

**KARAKTERISTIK SENSORIS, NILAI GIZI DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN TEMPE KACANG GUDE (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)
DAN TEMPE KACANG TUNGGAH (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)
DENGAN BERBAGAI VARIASI WAKTU FERMENTASI**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memperoleh derajat Sarjana Teknologi Pertanian
di Fakultas Pertanian
Universitas Sebelas Maret**

Jurusan/Program Studi Teknologi Hasil Pertanian



**Oleh
INTAN WAHYU RISTISA DEWI
H0606051**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2010**

**KARAKTERISTIK SENSORIS, NILAI GIZI DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN TEMPE KACANG GUDE (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)
DAN TEMPE KACANG TUNGGAK (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)
DENGAN BERBAGAI VARIASI WAKTU FERMENTASI**

yang dipersiapkan dan disusun oleh
Intan Wahyu Ristisa Dewi
H0606051

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal :
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Ketua

Susunan Tim Penguji

Anggota I

Anggota II

Ir. Chorul Anam, MP.,MT
NIP. 19680212 200501 1 001

Esti Widowati, S.Si.,MP
NIP. 19830505 200912 2 006

M. A. Martina Andriani, MS
NIP.19500525 198609 2001

Surakarta, Oktober 2010

Mengetahui
Universitas Sebelas Maret
Fakultas Pertanian
Dekan

Prof. Dr. Ir. H. Suntoro, MS
NIP. 195512171982031003

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan merangkumnya dalam skripsi berjudul “Karakteristik Sensoris, Nilai Gizi, dan Aktivitas Antioksidan Tempe Kacang Gude (*Cajanus Cajan* (L.) Millsp.) dan Tempe Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) dengan Berbagai Variasi Waktu Fermentasi”. Penelitian dan penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian dari Jurusan/Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. Suntoro, MS selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. Kawiji, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Ir. Windi Atmaka, MP selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan selama menempuh kuliah di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Ir. Choirul Anam, MP.,MT selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan selama penulisan dan penyusunan skripsi ini.
5. Esti Widowati, S.Si.,MP selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan selama penulisan dan penyusunan skripsi ini.
6. M. A. Martina Andriani, MS selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian pada khususnya serta seluruh staff pengajar di Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta pada umumnya, terimakasih atas ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh kuliah. Semoga kelak bermanfaat.

8. Laboran Jurusan Teknologi Hasil Pertanian terimakasih atas bantuannya selama penelitian ini berlangsung.
9. Ayah Drs. Sutrisno dan Ibu Kastanti,S.Pd terima kasih atas doa, dukungan, kasih sayang dan pengorbanannya selama ini.
10. Kakakku mas Vironiko dan adekku Errysa serta seluruh keluarga di rumah atas doa dan dukungannya.
11. Teman-teman seperjuangan Ratih, Resita, Inna dan Della terima kasih atas doa, bantuan, semangat dan kebersamaan yang telah kita lewati bersama.
12. Teman-teman mahasiswa Jurusan THP angkatan 2006.
13. Teman-teman mahasiswa Jurusan THP dan ITP angkatan 2007 – 2010.
14. Teman-teman kost KD Vina, mbak Ega, Irma, Tyas, Siwi, Chintia, Kiki, Mbak Indri, Pipi.

Pada penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna di dunia ini kecuali ciptaan-Nya. Namun penulis tetap berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

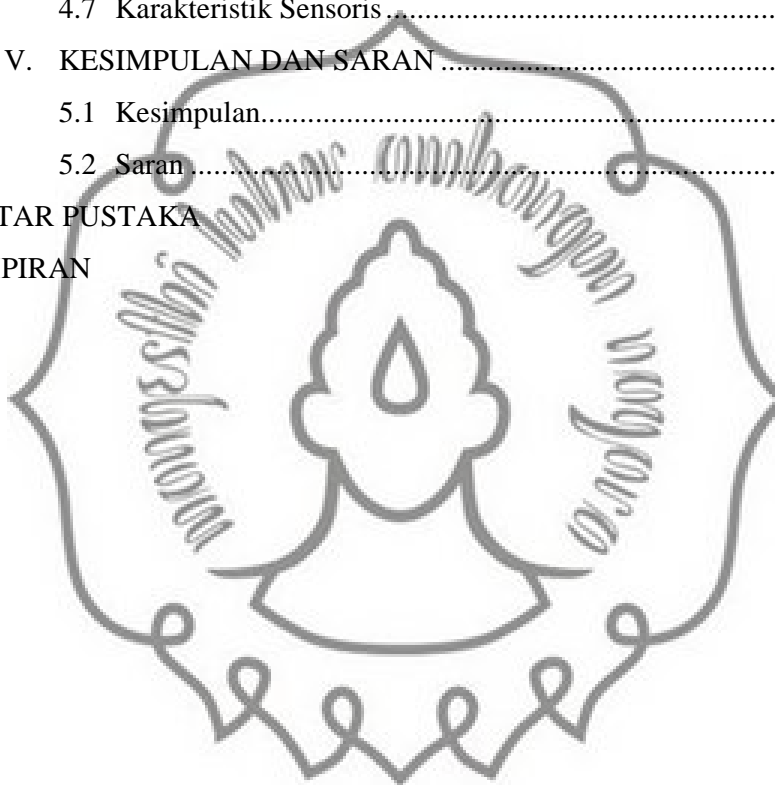
Surakarta, Oktober 2010

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| RINGKASAN | x |
| SUMMARY | xi |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.5 Hipotesis | 4 |
| BAB II. LANDASAN TEORI | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 5 |
| 2.1.1 Tempe | 5 |
| 2.1.2 Kacang Gude | 8 |
| 2.1.3 Kacang Tunggak | 11 |
| 2.1.4 Antioksidan | 13 |
| 2.2 Kerangka Berpikir | 17 |
| BAB III. METODE PENELITIAN | 18 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 18 |
| 3.2 Bahan dan Alat | 18 |
| 3.3 Tahapan Penelitian | 19 |
| 3.4 Analisis | 22 |
| 3.5 Rancangan Percobaan | 22 |

| | |
|------------------------------------|----|
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 23 |
| 4.1 Kadar Air..... | 23 |
| 4.2 Kadar Abu | 25 |
| 4.3 Kadar Protein..... | 27 |
| 4.4 Kadar Lemak | 29 |
| 4.5 Kadar Karbohidrat | 30 |
| 4.6 Antioksidan | 32 |
| 4.7 Karakteristik Sensoris..... | 37 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN | 44 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 44 |
| 5.2 Saran | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|----------------|
| 2.1 Syarat Mutu Tempe Kedelai Menurut Standar Nasional..... | 8 |
| 2.2 Kadar Total Fenolik dan Total Flavanoid Kacang-kacangan | 14 |
| 4.1 Kadar Air Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 23 |
| 4.2 Kadar Abu Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 25 |
| 4.3 Kadar Protein Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang | 27 |
| 4.4 Kadar Lemak Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 29 |
| 4.5 Kadar Karbohidrat Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang | 30 |
| 4.6 Aktivitas Antioksidan Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 32 |
| 4.7 Total Fenol Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 35 |
| 4.8 Hasil Uji Sensoris Tempe Mentah | 37 |
| 4.9 Hasil Uji Sensoris Tempe Matang | 38 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|----------------|
| 2.1 Kacang Gude..... | 9 |
| 2.2 Tanaman Kacang Gude | 9 |
| 2.3 <i>Mucor</i> sp | 10 |
| 2.4 <i>Rhizopus</i> sp | 10 |
| 2.5 Kacang Tunggak | 11 |
| 2.6 Tanaman Kacang Tunggak | 11 |
| 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Tempe Kacang Tunggak dan Tempe Kacang Gude..... | 21 |
| 4.1 Grafik Kadar Air Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 24 |
| 4.2 Grafik Kadar Abu Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 26 |
| 4.3 Grafik Kadar Protein Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 28 |
| 4.4 Grafik Kadar Lemak Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 29 |
| 4.5 Grafik Kadar Karbohidrat Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 31 |
| 4.6 Grafik Aktivitas Antioksidan Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 33 |
| 4.7 Grafik Total Fenol Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang..... | 35 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| 1. Cara Kerja Analisa Air Dengan Metode Gravimetri | 53 |
| 2. Cara Kerja Analisa Abu Dengan Metode Penetapan Total Abu | 54 |
| 3. Cara Kerja Analisa Protein Dengan Metode Kjeldahl-Mikro | 54 |
| 4. Cara Kerja Analisa Lemak Dengan Metode Soxhlet | 55 |
| 5. Cara Kerja Analisa Karbohidrat Dengan Metode <i>By Difference</i> | 56 |
| 6. Cara Kerja Analisa Penangkapan Radikal Bebas | 56 |
| 7. Cara Kerja Analisa Total Fenol | 57 |
| 8. Cara Analisis Sensoris | 58 |
| 9. Data Kadar Air Tempe | 59 |
| 10. Data Hasil Analisis Anova Kadar Air Tempe | 60 |
| 11. Data Kadar Abu Tempe | 61 |
| 12. Data Hasil Analisis Anova Kadar Abu Tempe | 62 |
| 13. Data Kadar Protein Tempe | 63 |
| 14. Data Hasil Analisis Anova Kadar Protein Tempe | 64 |
| 15. Data Kadar Lemak Tempe | 65 |
| 16. Data Hasil Analisis Anova Kadar Lemak Tempe | 66 |
| 17. Data Hasil Analisis Anova Kadar Karbohidrat Tempe | 67 |
| 18. Data Kapasitas Antioksidan Tempe | 68 |
| 19. Data Hasil Analisis Anova Aktivitas Antioksidan Tempe | 69 |
| 20. Data Total Fenol Tempe | 70 |
| 21. Data Hasil Analisis Anova Total Fenol Tempe | 71 |
| 22. Kuisioner Uji Sensoris Tempe Mentah | 72 |
| 23. Kuisioner Uji Sensoris Tempe Matang | 73 |
| 24. Foto Penelitian | 74 |

**KARAKTERISTIK SENSORIS, NILAI GIZI DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN TEMPE KACANG GUDE (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)
DAN TEMPE KACANG TUNGGAK (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)
DENGAN BERBAGAI VARIASI WAKTU FERMENTASI**

**Intan Wahyu Ristisa Dewi
H0606051**

RINGKASAN

Tempe umumnya berbahan baku kedelai tetapi kurangnya produksi dalam negeri menyebabkan pemerintah harus mengimpornya. Impor kedelai sekitar 70% yang berasal dari Amerika Serikat merupakan kedelai transgenik yang dikhawatirkan memiliki efek negatif. Indonesia memiliki banyak kacang-kacangan lokal seperti kacang gude (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) dan kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Kacang ini dapat digunakan sebagai bahan pengganti kedelai sebagai bahan baku tempe.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai gizi (protein, lemak dan karbohidrat), aktivitas antioksidan dan karakteristik sensoris pada tempe tunggak dan tempe gude dengan variasi waktu fermentasi. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri dari dua faktorial yaitu variasi waktu fermentasi (30 jam, 36 jam dan 42 jam) dan jenis kacang (kedelai, tunggak dan gude). Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan ANOVA pada tingkat $\alpha = 0,05$ serta dilanjutkan dengan DMRT pada tingkat α yang sama.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi dan jenis kacang mempengaruhi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, aktivitas antioksidan dan total fenol. Semakin lama waktu fermentasinya maka kadar air, kadar abu, dan kadar proteinnya akan semakin meningkat, sedangkan untuk kadar lemak dan kadar karbohidrat semakin lama waktu fermentasinya maka akan semakin menurun. Pada aktivitas antioksidan dan total fenol semakin lama waktu fermentasinya maka kadarnya akan semakin meningkat. Kadar air tertinggi tempe gude fermentasi 42 jam 64,417%, terendah tempe kedelai fermentasi 30 jam 56,503%. Kadar abu tertinggi tempe kedelai fermentasi 42 jam 1,287%, terendah tempe gude fermentasi 30 jam 0,580%. Kadar protein tertinggi tempe kedelai fermentasi 42 jam 28,875%, terendah tempe gude fermentasi 30 jam 12,500. Kadar lemak tertinggi tempe kedelai 30 jam 9,877%, terendah tempe gude fermentasi 42 jam 0,620%. Kadar karbohidrat tertinggi tempe gude fermentasi 30 jam 25,033%, terendah tempe kedelai fermentasi 42 jam 1,037%. Kapasitas antioksidan tertinggi tempe tunggak fermentasi 42 jam 59,667%, terendah tempe gude fermentasi 30 jam 13,000%. Kadar total fenol tertinggi tempe kedelai fermentasi 42 jam 3,490% terendah tempe tunggak fermentasi 30 jam 0,233%. Secara keseluruhan untuk uji sensoris tempe mentah dan tempe matang, tempe kedelai merupakan tempe yang paling disukai dibandingkan tempe gude dan tempe tunggak.

Kata Kunci : kacang gude, kacang tunggak, waktu fermentasi, tempe

**SENSORY CHARACTERISTIC, NUTRIENT VALUE AND
ANTIOXIDANT ACTIVITIES PIGEON PEA TEMPEH (*Cajanus cajan* (L.)
Millsp.) AND COW PEA TEMPEH (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) WITH
TIME OF FERMENTATION VARIATIONS**

**Intan Wahyu Ristisa Dewi
H0606051**

SUMMARY

Generally, tempeh is made from soy bean, but low production of soybean in Indonesia bringing on government have to import its. Soy bean import 70% approximated from United State constitute transgenic soybean which apprehensived have negative effect for health. Indonesia has so many local legume such as pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) and cow pea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). That could be used as soy bean substitute as raw material of tempeh.

The objective of this research was to know sensory characteristic, nutrient value (protein content, fat content and karbohidrat content) and antioxidant activities pigeon pea tempeh and cowpea tempeh with time of fermentation variations. Experiment design was Randomized Block Design consist of 2 factors, they were time of fermentation (30, 36, 42 hours) and variations of bean (soybean, pigeon pea, cow pea). The data that were obtained from this research then were analyzed with ANOVA at level of confident $\alpha = 0.05$ then continued with DMRT at the same level.

Result of research showed that time of fermentation variations and variations of bean effected on water content, ash content, protein content, fat content, carbohydrate content and antioxidant activities. The longer time of fermentation caused increase of water content, ash content and protein content, while the fat content and carbohydrate content decreased. The longer time of fermentation also caused antioxidant activities increasing. The highest of water content pigeon pea tempeh 42 hour fermentation 64,417%, the lowest soy bean tempeh 30 hour fermentation 56,503%. The highest of ash content soybean tempeh 42 hour fermentation 1,287%, the lowest pigeon pea tempeh 30 hour fermentation 0,580%. The highest of protein content soybean tempeh 42 hour fermentation 28,875%, the lowest pigeon pea tempeh 30 hour fermentation 12,500%. The highest of fat content soybean tempeh 30 hour fermentation 9,877%, the lowest pigeon pea tempeh 42 hour fermentation 0,620%. The highest of carbohydrate content pigeon pea empeh 30 hour fermentation 25,033%, the lowest soy bean tempeh 30 hour fermentation 1,037%. The highest antioxidant capacity cow pea tempeh 42 hour fermentation 59,667%, the lowest pigeon pea tempeh 30 hour fermentation 13,000%. The highest total phenol content soy bean tempeh 42 hour fermentation 3,490%, the lowest cow pea tempeh 30 hour fermentation 0,233%. Overall, for sensory test uncooked and cooked tempeh, the most preffered by consumer is soybean tempeh.

Key words : cow pea, fermentation, pigeon pea, tempeh

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempe merupakan makanan yang sangat populer di Indonesia, sebagian besar masyarakat Indonesia menjadikan tempe sebagai pendamping makanan pokok. Tempe memiliki manfaat kesehatan yaitu berpotensi untuk melawan radikal bebas sehingga dapat menghambat proses penuaan dan mencegah terjadinya penyakit degeneratif (aterosklerosis, jantung koroner, diabetes melitus, kanker, dan lain-lain) (Adam, 2009) karena adanya aktivitas enzim superoksida dismutase. Nilai gizi yang unggul lainnya dalam tempe antara lain antioksidan faktor II (6,7,4-trihidroksi isoflavon) yang memiliki sifat antioksidan paling kuat dibandingkan dengan isoflavon dalam kedelai, vitamin B12 yang aktivitasnya semakin meningkat selama proses fermentasi serta kandungan asam glutamat sebagai asam amino esensial yang tinggi.

Kacang kedelai bagi industri pengolahan pangan di Indonesia banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan tahu, tempe dan kecap. Jenis industri yang tergolong skala kecil-menengah ini tetapi dalam jumlah sangat banyak menyebabkan tingginya tingkat kebutuhan konsumsi kedelai yang mencapai lebih dari 2,24 juta setiap tahunnya. Pada tahun 1998 Indonesia mengimpor kedelai sebanyak 343.124 ton. Lonjakan importasi kedelai disebabkan peningkatan konsumsi produk industri rumahan (tahu dan tempe). Pada tahun 2004 diperkirakan kebutuhan kedelai mencapai 1,95 juta ton sehingga harus mengimpor 1,1 juta ton sampai 1,3 juta ton untuk menutupi kekurangan.

Impor kedelai Indonesia sekitar 70% berasal dari Amerika Serikat yang menguasai 60% pasar kedelai dunia. Kedelai yang berasal dari Amerika Serikat adalah kedelai transgenik. Kelebihan kedelai transgenik antara lain tahan terhadap hama, tahan terhadap herbisida dan kualitas hasil yang tinggi tetapi dikhawatirkan memiliki efek negatif antara lain dapat terjadi perubahan nutrisi, menyebabkan efek alergi atau toksisitas karena proses rekayasa genetika (Gsianturi, 2002). Oleh karena itu muncul berbagai kekhawatiran

dalam mengkonsumsi kedelai transgenik. Pangan transgenik sebanyak 60-70% belum memiliki kepastian keamanan konsumsi walaupun sampai saat ini belum banyak dilaporkan bahwa konsumsi pangan transgenik menyebabkan gangguan kesehatan terutama di Indonesia (Anonim^a, 2008).

Upaya untuk mengatasi kekurangan kedelai selain dengan impor kedelai juga dilakukan dengan cara intensifikasi kedelai di beberapa daerah pelaksana Intensifikasi Khusus (Insus), ekstensifikasi pada tanah sawah berpengairan, tadah hujan dan lahan kering dan dengan cara seleksi galur kedelai toleran kekeringan.

Adanya kekurangan kebutuhan kedelai tersebut maka perlu dicari alternatif kedelai sebagai bahan baku pembuatan tempe yang memiliki kandungan gizi hampir sama dengan kedelai. Kacang-kacangan yang berpotensi sebagai pengganti kedelai yaitu kacang gude dan kacang tunggak.

Kacang gude (*Cajanus Cajan* (L.) Millsp.) merupakan jenis kacang-kacangan yang tumbuh sepanjang tahun dan mampu tumbuh pada lahan kering (Messakh, 2004). Komposisi kacang gude dalam 100 gram biji yaitu 62,0 gram karbohidrat; 20,7 gram protein dan 1,4 gram lemak.

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) merupakan jenis kacang yang toleran terhadap kekeringan. Komposisi gizi kacang tunggak dalam 100 gram biji yaitu 22 gram protein; 1,4 gram lemak dan 60,1 gram karbohidrat (Haliza, 2008).

Keunggulan kacang gude dan kacang tunggak adalah memiliki kadar lemak yang lebih rendah sehingga dapat meminimalisasi efek negatif dari penggunaan produk pangan berlemak. Kacang gude jika dibandingkan dengan kedelai memiliki keseimbangan asam amino yang baik. Sedangkan pada kacang tunggak memiliki kandungan vitamin B₁ lebih tinggi dan pada produk tempennya mengandung *p-caumaric acid* dan asam ferulat yang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat (Kunia, 2008).

Riset terakhir yang dilakukan oleh Tranggono, dkk pada tahun 1992 adalah pembuatan tempe kacang gude yang bertujuan untuk mengetahui aktivitas asam fitat yang menurun selama proses pembuatan dan fermentasi.

Sedangkan pada tempe kacang tunggak, penelitian yang dilakukan oleh Haliza pada tahun 2008 dengan waktu fermentasi 24 jam yaitu tiap 100 g tempe mengandung 33 g protein, 2 g lemak, 53 g karbohidrat, dan 3 g serat.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dikaji karakteristik sensoris, nilai gizi dan kapasitas antioksidan pada tempe kacang gude dan kacang tunggak dengan variasi waktu fermentasi. Pemanfaatan kacang gude dan kacang tunggak sebagai pengganti kedelai untuk bahan baku tempe dapat meningkatkan diversifikasi produk olahan kacang gude dan kacang tunggak.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah yang dapat diambil adalah :

1. Bagaimana pengaruh waktu fermentasi terhadap karakteristik sensoris tempe kacang gude dan tempe kacang tunggak?
2. Bagaimana pengaruh waktu fermentasi terhadap nilai gizi tempe kacang gude dan tempe kacang tunggak?
3. Bagaimana pengaruh waktu fermentasi terhadap aktivitas antioksidan tempe kacang gude dan tempe kacang tunggak?

1.3 Tujuan Penelitian

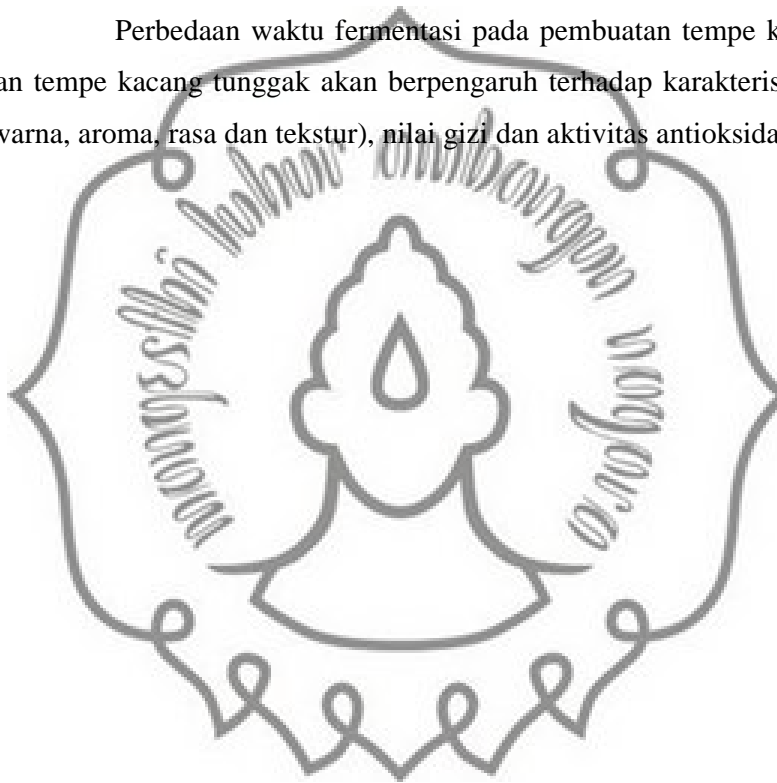
Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik sensoris, nilai gizi dan aktivitas antioksidan tempe kacang gude dan tempe kacang tunggak dengan variasi waktu fermentasi sehingga diketahui potensinya sebagai pengganti kedelai.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat diketahui waktu fermentasi yang tepat sehingga dapat menghasilkan karakteristik sensoris, nilai gizi dan aktivitas antioksidan yang optimum sehingga dapat memberikan alternatif pengganti kedelai sebagai bahan baku pembuatan tempe serta untuk diversifikasi pengolahan kacang gude dan kacang tunggak.

1.5 Hipotesis

Perbedaan waktu fermentasi pada pembuatan tempe kacang gude dan tempe kacang tunggak akan berpengaruh terhadap karakteristik sensoris (warna, aroma, rasa dan tekstur), nilai gizi dan aktivitas antioksidan.



II. LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Tempe

Tempe adalah makanan yang dibuat dari fermentasi terhadap biji kedelai atau beberapa bahan lain yang menggunakan beberapa jenis kapang *Rhizopus*, seperti *Rhizopus oligosporus*, *R. oryzae*, *R. stolonifer* (kapang roti), atau *R. arrhizus*. Stok isolat ini secara umum dikenal sebagai ragi tempe. Struktur padatan kompak dan warna putih pada tempe disebabkan adanya miselia jamur yang tumbuh pada permukaan biji kedelai. Banyak sekali kapang yang aktif selama fermentasi, tetapi umumnya para peneliti menganggap bahwa *Rhizopus* sp. merupakan kapang yang paling dominan. Kapang yang tumbuh pada kedelai tersebut menghasilkan enzim-enzim yang mampu mengubah protein menjadi asam amino sehingga senyawa tersebut dengan cepat dapat dipergunakan oleh tubuh (Adam, 2009 dan Arthur, 2009).

Tempe memiliki nilai gizi yang tinggi. Tempe dapat diperhitungkan sebagai sumber makanan yang baik gizinya karena memiliki kandungan protein, karbohidrat, asam lemak esensial, vitamin, dan mineral. Nutrisi utama yang akan dimanfaatkan dari tempe adalah kandungan protein (Anggraini, 2007).

Tempe berbahan dasar legume antara lain tempe kacang kedelai, tempe koro benguk (dari biji koro benguk, *Mucuna pruriens* L.D.C. var. *utilis*, berasal dari sekitar Waduk Kedung Ombo), tempe gude (dari kacang gude, *Cajanus cajan* (L.) Millsp.), tempe gembus (dari ampas kacang gude pada pembuatan pati, populer di Lombok dan Bali bagian timur), tempe kacang hijau (dari kacang hijau, terkenal di daerah Yogyakarta), tempe kacang kecipir (dari kacang kecipir, *Psophocarpus tetragolobus*), tempe koro pedang

(*Canavalia ensiformis*), tempe lupin dengan lupin, (*Lupinus angustifolius*), tempe kacang merah dengan kacang merah (*Phaseolus vulgaris*), tempe kacang tunggak dengan kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), tempe kara wedus (*Lablab purpurea*), tempe kara (dari kara kratok, *Phaseolus lunatus*, banyak ditemukan di Amerika Utara), dan tempe menjes (dari kacang tanah dan kelapa, terkenal di sekitar Malang) (Arthur, 2009).

Tempe berbahan dasar nonlegume mencakup tempe mungur (dari biji mungur, *Enterolobium samon*), tempe bongkrek (dari bungkil kapuk atau ampas kelapa, terkenal di daerah Banyumas), tempe garbanzo (dari ampas kacang atau ampas kelapa, banyak ditemukan di Jawa Tengah), tempe biji karet (dari biji karet, ditemukan di daerah Sragen, jarang digunakan untuk makanan), dan tempe jamur merang (dari jamur merang) (Arthur, 2009).

Karakteristik dan mutu tempe selain dipengaruhi oleh teknologi prosesnya juga ditentukan oleh jenis dan mutu kedelai serta mikroorganisme yang digunakan. Ketiga unsur tersebut menentukan karakteristik mutu fisik, organoleptik dan kimiawi (komposisi dan nilai gizi) kedelai yaitu ketuaannya cukup, berukuran besar, seragam dan biji utuh. Mikroorganisme yang diperlukan adalah bakteri asam laktat dan kapang *Rhizopus* sp. (Hermana dan Karmini, 1996).

Tujuan proses fermentasi awal adalah untuk pengasaman kedelai. Pengasaman dilakukan pada perendaman dengan penambahan bakteri asam laktat (penambahan air rendaman dari proses perendaman sebelumnya). Pada proses pengasaman ini, bakteri pembentuk asam-asam organik seperti asam laktat dan asam asetat atau yaitu bakteri *Enterobacillus*, antara lain *Lactobacillus* sp., dan *L. plantarum* lebih tepat digunakan. Bakteri ini dapat mencegah pertumbuhan bakteri lain yang bersifat merugikan seperti bakteri pembusuk dan memberikan kondisi yang optimal untuk proses fermentasi oleh kapang *Rhizopus* sp. (Pawiroharsono, 1996).

Proses fermentasi tempe dapat dibedakan atas tiga fase, yaitu (Hidayat, 2009)

- a. Fase pertumbuhan cepat (0-30 jam fermentasi) terjadi peningkatan jumlah asam lemak bebas, peningkatan suhu, pertumbuhan kapang yang cepat terlihat dengan terbentuknya miselia pada permukaan biji yang semakin banyak sehingga menunjukkan massa yang lebih kompak.
- b. Fase transisi (30-50 jam fermentasi) merupakan fase optimal fermentasi tempe dan siap untuk dipasarkan. Pada fase ini terjadi penurunan suhu dan jumlah asam lemak yang dibebaskan, pertumbuhan jamur hampir tetap atau bertambah sedikit, flavor spesifik tempe optimal, dan tekstur lebih kompak.
- c. Fase pembusukan atau fermentasi lanjut (50-90 jam fermentasi) terjadi peningkatan jumlah bakteri dan jumlah asam lemak bebas, pertumbuhan jamur menurun dan pada kadar air tertentu pertumbuhan jamur terhenti, terjadi perubahan flavor karena penguraian protein lanjut sehingga terbentuk amonia.

Prinsip pembuatan inokulum (ragi tempe) adalah dengan menumbuhkan mikroorganisme *Rhizopus* sp. pada substrat tertentu misalnya nasi, kedelai, onggok atau pada bahan lain seperti pada daun waru (*Hibiscus tilacius*), daun jati (*Tectona grandis*), dan daun pisang (*Musa paradisiaca*). Setelah terjadi pertumbuhan maka kapang tersebut pada tahap selanjutnya akan membantu pembentukan tempe (Pawiroharsono, 1996).

Menurut Standar Nasional Indonesia 01-3144-1992, tempe kedelai adalah produk makanan hasil fermentasi biji kedelai oleh kapang tertentu, berbentuk padatan kompak dan berbau khas serta berwarna putih atau sedikit keabu-abuan.

Tabel 2.1. Syarat Mutu Tempe Kedelai Menurut Standar Nasional Indonesia 01-3144-1992

| Kriteria uji | Persyaratan |
|--------------------------|---------------------|
| Keadaan | |
| • Bau | normal (khas tempe) |
| • Warna | normal |
| • Rasa | normal |
| Air (% b/b) | maks 65 |
| Abu (% b/b) | maks 1,5 |
| Protein (% b/b) (Nx6,25) | min 20 |
| Cemaran mikroba | |
| • <i>E coli</i> | maks 10 |
| • <i>Salmonella</i> | negatif |

Sumber : (SNI 01-3144-1992)

2.1.2 Kacang Gude atau Hiris (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)

Kacang gude adalah spesies kacang-kacangan yang berasal dari India. Tanaman kacang gude tumbuh liar dalam waktu yang sangat lama dan menyebar karena perdagangan ribuan tahun yang lalu. Saat ini kacang gude dibudidayakan di negara-negara tropis dan telah banyak tumbuh di Florida, Puerto Rico, dan pulau Virgin AS. Kacang ini biasa dimanfaatkan sebagai penghasil bahan pangan dan bahan pupuk hijau. Buahnya berbentuk polong sepanjang 4-10 cm, berbulu, pipih dan berwarna hijau. Biji dalam polongnya berbentuk bulat dan berukuran kecil, dengan jumlah per polong berkisar 4-9 butir biji. Bentuk polongnya antara lain bentuk lurus dan sabit. Warna kulit bijinya ada yang putih keabu-abuan, krem, kuning, cokelat keunguan, sampai hitam. Kulit bijinya halus dan mengkilap. Berat biji bervariasi antara 4 dan 26 gram per 100 butir (Long and Lakela 1976, Liogier 1988 dalam John, 2002 dan Messakh, 2004).

Tanaman kacang gude memiliki beberapa keunggulan dibandingkan leguminosa yang lain karena toleran terhadap kekeringan, tahan rebah, polong tidak mudah pecah dan sesuai untuk berbagai jenis tanah. Oleh karena itu, tanaman gude memiliki potensi untuk dikembangkan di daerah-daerah kering dan agak tandus, yaitu

lahan yang tidak dapat ditumbuhi kedelai dengan baik (Karsono dan Sumarno, 1989).

Kacang hiris berdasarkan penelitian terakhir mengandung fitoestrogen yang memiliki aktivitas antiangiogenesis yang dapat menghambat pembentukan pembuluh darah baru. Oleh karena itu, pembentukan pembuluh darah sel kanker berlangsung cepat sehingga mendukung pertumbuhan sel kanker. Fitoestrogen yang terdapat pada biji kacang hiris ini memiliki potensi sebagai antikanker (Kunia, 2008).



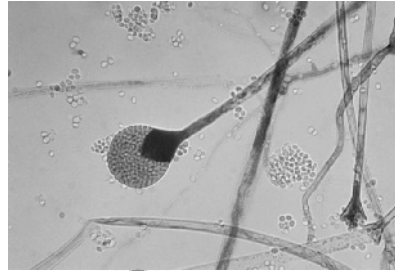
Gambar 2.1 Kacang Gude (Belinda, 2009)



Gambar 2.2 Tanaman Kacang Gude (Kazuma, 2009 dan Osmania, 2010)

Kapang dominan yang tumbuh pada tempe gude sama dengan kapang yang tumbuh pada tempe kedelai yang dibuat dengan laru tempe dalam kondisi yang sama (proses pembuatan dan waktu fermentasi). Identifikasi mikroskopik menunjukkan bahwa kapang dominan tersebut adalah *Mucor* sp., karena pengamatan beberapa

sampel menunjukkan spongarium tetapi tidak menunjukkan rhizoid yang merupakan ciri *Rhizopus* sp.. (Rukmini dkk, 1995).



Gambar 2.3 *Mucor* sp. (Georg, 1955)



Gambar 2.4 *Rhizopus* sp. (Houby, 2010)

Kacang gude dilaporkan mengandung senyawa antigizi, yaitu inhibitor tripsin yang menghambat proteolisis karena mampu membentuk kompleks tripsin-antitripsin. Senyawa-senyawa ini menyebabkan masalah apabila kacang gude dikonsumsi dalam jumlah besar. Senyawa antigizi kacang gude sudah lebih sedikit dibanding kacang kedelai, kacang polong, serta kacang pada umumnya (Singh dan Diwakar, 1993; Taylor, 2005; Tejasari, 2005 dan Torres *et al.*, 2006)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Torres *et al.*, (2006), perkecambahan dapat memberikan pengurangan yang tajam terhadap asam fitat dan aktivitas inhibitor tripsin, yaitu sebanyak 61% dan 36%. Sedangkan menurut Tranggono, dkk (1992), aktivitas tripsin inhibitor pada masing-masing kacang-kacangan (gude, koro benguk dan kacang tolo) mempunyai kecenderungan pola yang sama. Aktivitas tripsin

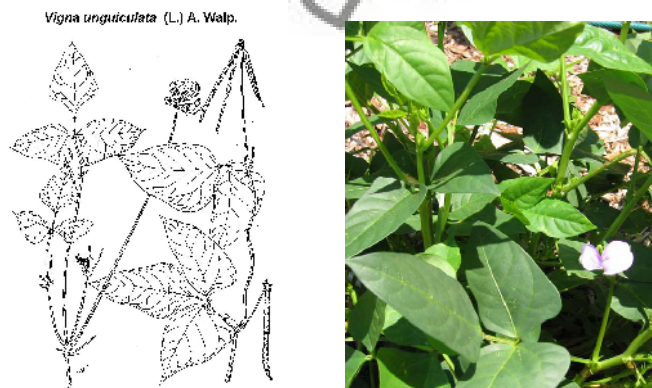
inhibitor akan menurun sebanyak 91-97% yang terjadi selama tahapan proses perendaman, pengupasan kulit dan pengukusan.

2.1.3 Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*, (L.) Walp.) termasuk dalam keluarga Leguminosa. Bijinya memiliki kandungan protein sebesar 25%. Tanaman ini diperkirakan berasal dari Afrika Barat. Selain toleran terhadap kekeringan, kacang tunggak juga mampu mengikat nitrogen dari udara. Potensi hasil kacang tunggak cukup tinggi, mencapai 1,5-2,0 ton/ha yang sangat ditentukan varietasnya. Varietas baru kacang ini adalah KT (Kacang Tunggak) 1-9, dan umumnya memiliki umur panen antara 55-70 hari. Komposisi gizi kacang tunggak dalam 100 gram biji yaitu 22 gram protein; 1,4 gram lemak dan 60,1 gram karbohidrat (Balitbang, 2006; Anonim^c, 2008 dan Haliza, 2008).



Gambar 2.5 Warna kacang tunggak lokal asal Bogor (kiri), Nusa Tenggara Barat (tengah), dan Kalimantan Selatan (kanan) (Haliza, 2008)



Gambar 2.6 Tanaman Kacang Tunggak (Metafro, 2010 dan ARC Center, 2005)

Biji kacang-kacangan merupakan hasil tanaman yang berpotensi sebagai sumber protein nabati dan belum banyak dimanfaatkan. Komoditi ini mengandung senyawa antigizi berupa tripsin inhibitor yang apabila dikonsumsi dapat menurunkan ketersediaan protein dan makanan dalam sistem pencernaan. Senyawa tripsin inhibitor yang terdapat pada biji kacang-kacangan dapat dinaktifkan dengan cara perebusan selama 1 jam setelah perendaman dalam air selama 30 menit atau dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit kemudian kacang dapat diolah menjadi tempe (Tranggono dkk, 1992).

Kadar protein kacang tunggak setara dengan kacang hijau atau gude bahkan kadar vitamin B₁ lebih tinggi dibandingkan kacang hijau. Jika dikonsumsi secara langsung, kacang tunggak biasanya dimanfaatkan sebagai sayuran (yaitu campuran gudeg dan lodeh), makanan tradisional (campuran lepet ketan, bubur dan bakpia), lauk (rempeyek) dan sebagainya. Tempe kacang tunggak dapat diolah menjadi berbagai macam produk olahan diantaranya tempe bacem, nugget, *schootel*, kaki naga, pangsit isi tempe, burger, kare, brongkos, bitter balen, kembang tempe dan pie. (Sinar Tani, 2006).

Kacang tunggak merupakan salah satu kacang-kacangan yang diharapkan menjadi sumber protein dalam bentuk tepung, mengingat komposisi kimia rata-rata adalah protein 29,30 %. Seperti halnya kacang gude, kacang tunggak memiliki kadar asam amino metionin yang tinggi dan pada umumnya terkandung sedikit dalam kacang-kacangan lainnya, selain itu tidak terkandung senyawa antimetabolik dan komponen beracun. Hal ini menguntungkan sebagai bahan substitutor protein terhadap tepung jagung yang rendah kandungan metioninnya (Bernhardt, 1976 dalam Suarni 2008).

Tempe kacang tunggak mengandung *p-caumaric acid* dan asam ferulat yang diduga memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Asam ferulat pada tempe mampu menurunkan tekanan darah dan

kandungan glukosa darah. Senyawa fenilpropanoid lainnya, yaitu *p-caumaric acid* mampu melemahkan zat nitrosamin, salah satu penyebab kanker yang mungkin terdapat dalam makanan (Haliza, 2008).

2.1.4 Antioksidan

Antioksidan adalah bahan tambahan yang digunakan untuk melindungi komponen-komponen makanan yang bersifat tidak jenuh (memiliki ikatan rangkap), terutama lemak dan minyak. Meskipun demikian, antioksidan dapat juga digunakan untuk melindungi komponen lain seperti vitamin dan pigmen, yang juga banyak mengandung ikatan rangkap di dalam strukturnya. Antioksidan juga memberikan perlindungan kepada tubuh dari radikal bebas dan berfungsi untuk menetralisasi atau melawan radikal bebas. Lebih dari 30.000 penelitian telah dilakukan, yang hasilnya menunjukkan bahwa antioksidan membantu menyehatkan tubuh manusia, di antaranya memperkuat fungsi kardiovaskular, mata, sistem saraf pusat, kulit, dan banyak lagi. Antioksidan juga dapat memperlambat proses penuaan seseorang (Gsianturi, 2006 dan Luthana, 2008).

Antioksidan primer adalah suatu zat yang dapat menghentikan reaksi berantai pembentukan radikal yang melepaskan hidrogen. Zat-zat yang termasuk golongan ini dapat berasal dari alam dan dapat juga buatan. Antioksidan alami antara lain tokoferol, lesitin, fosfatida, sesamol, gosipol dan asam askorbat (Winarno, 2002).

Antioksidan terbagi menjadi antioksidan enzim dan vitamin. Antioksidan enzim meliputi superoksida dismutase (SOD), katalase dan glutathione peroksidase (GSH.Prx). Antioksidan vitamin lebih populer sebagai antioksidan dibandingkan enzim. Antioksidan vitamin mencakup alfa-tokoferol (vitamin E), beta karoten dan asam askorbat (vitamin C) (Sofia, 2005).

Polifenol merupakan senyawa turunan fenol yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Fungsi polifenol sebagai penangkap dan

pengikat radikal bebas dari rusaknya ion-ion logam. Senyawa polifenol banyak ditemukan pada buah, sayuran, kacang-kacangan, teh dan anggur (Barus, 2009).

Isoflavon termasuk dalam golongan flavonoid (1,2-diarilpropan) dan merupakan bagian kelompok yang terbesar dalam golongan tersebut. Senyawa isoflavon dalam tanaman kacang-kacangan merupakan salah satu karakteristik yang dapat digunakan untuk identifikasi/klasifikasi tanaman. Isoflavon merupakan sejenis senyawa estrogen yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Penelitian terhadap senyawa ini menunjukkan bahwa isoflavon dapat mengurangi risiko penyakit kanker, jantung koroner dan osteoporosis (Rahardjo dan Hermani, 2006 dan Sucipto, 2008).

Tabel 2.2 Kadar Total Fenolik dan Total Flavanoid Kacang-kacangan

| No | Jenis kacang | Fenol Mg GAE/100 g (db) | Flavonoid Mg QE 100 g (db) |
|----|----------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 | Kedelai | 54.03 | 38.40 |
| 2 | Kacang hijau | 39.07 | 27.77 |
| 3 | Kacang gude | 28.64 | 20.12 |
| 4 | Kacang merah | 46.58 | 32.88 |
| 5 | Kacang tunggak | 38.22 | 26.85 |
| 6 | Kacang kapri | 28.79 | 20.03 |

Sumber : Marsono, dkk. (2005)

Mekanisme kerja antioksidan memiliki dua fungsi. Fungsi pertama merupakan fungsi utama dari antioksidan yaitu sebagai pemberi atom hidrogen. Antioksidan (AH) yang memiliki fungsi utama tersebut adalah antioksidan primer. Senyawa ini dapat memberikan atom hidrogen secara cepat pada radikal lipida (R^* , ROO^*) atau mengubahnya ke bentuk lebih stabil sedangkan turunan radikal antioksidan (A^*) tersebut memiliki keadaan lebih stabil dibandingkan radikal lipida. Fungsi kedua merupakan fungsi sekunder antioksidan, yaitu memperlambat laju autooksidasi dengan berbagai mekanisme diluar mekanisme pemutusan rantai autooksidasi dengan

pengubahan radikal lipida menjadi bentuk yang lebih stabil (Ardiansyah, 2007).

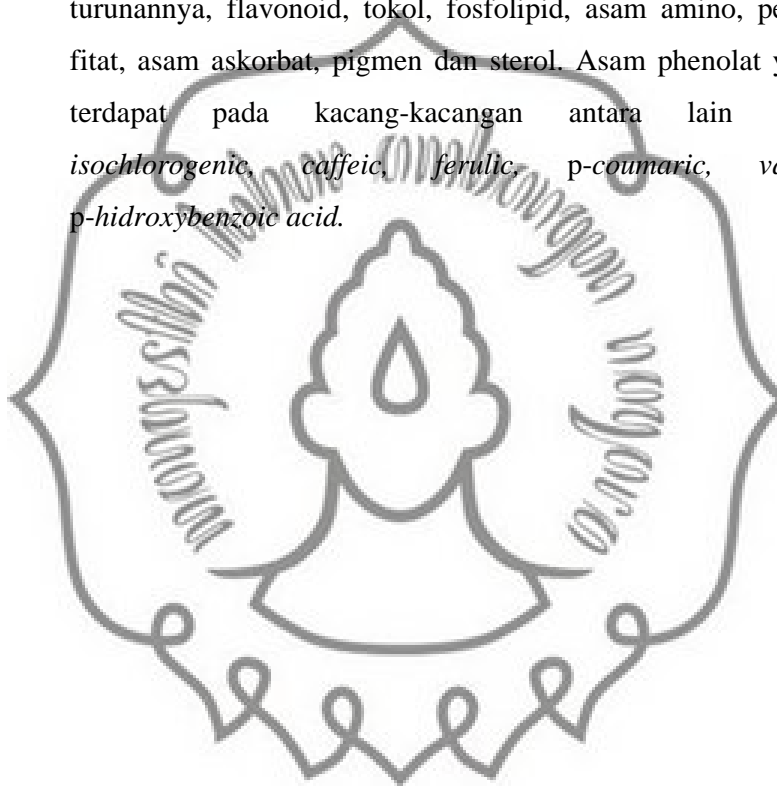
Uji DPPH adalah suatu metoda kolorimetri yang efektif dan cepat untuk memperkirakan aktivitas antiradikal. Uji kimia ini secara luas digunakan dalam penelitian produk alami untuk isolasi antioksidan fitokimia dan untuk menguji seberapa besar kapasitas ekstrak dan senyawa murni dalam menyerap radikal bebas. Radikal DPPH adalah suatu senyawa organik yang mengandung nitrogen tidak stabil dengan absorbansi pada λ_{max} 517 nm dan berwarna ungu gelap. Setelah bereaksi dengan senyawa antioksidan, DPPH tersebut akan tereduksi, dan warnanya akan berubah menjadi kuning. Perubahan tersebut dapat diukur dengan spektrofotometer, ditetapkan persen penangkap radikalnya dan diplotkan terhadap konsentrasi (Reynertson, 2007 dalam Restya, 2009).

Radikal bebas adalah hasil dari proses oksidasi alami di dalam tubuh atau didefinisikan sebagai atom/molekul/senyawa yang mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan sehingga radikal bebas cenderung untuk bereaksi dengan molekul sel tubuh. Reaksi tersebut menyebabkan senyawa tidak normal (radikal bebas baru yang lebih reaktif) dan memulai reaksi berantai yang dapat merusak sel-sel. Beberapa komponen tubuh yang rentan terhadap serangan radikal bebas antara lain kerusakan DNA, membran sel, protein, lipid peroksida, proses penuaan dan autoimun manusia. (Anonim^b, 2008 dan Putra, 2008).

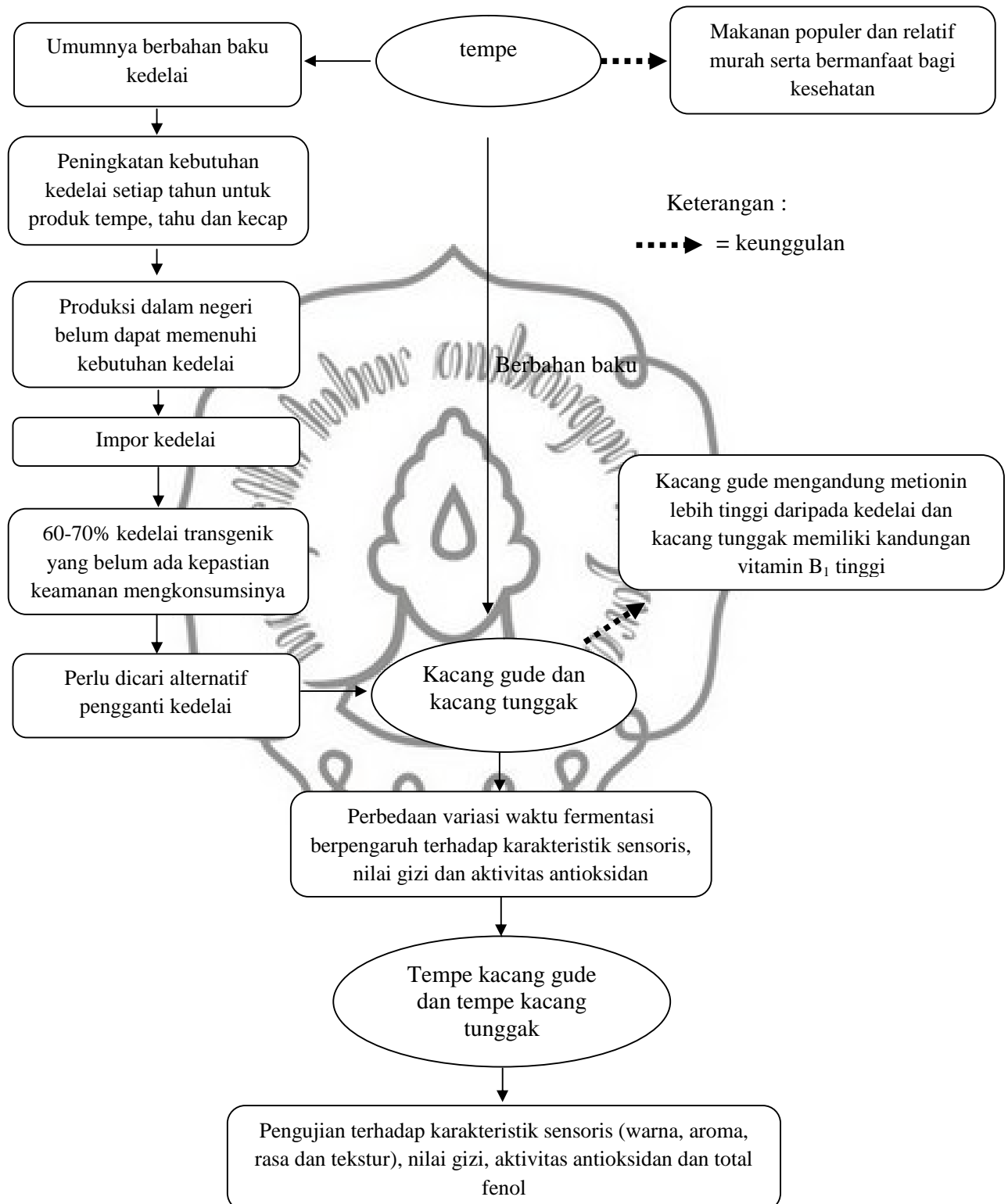
Berbagai sumber nutrisi yang mengandung antioksidan diantaranya adalah seluruh biji-bijian, buah-buahan dan sayuran, hati, tiram, unggas, kerang, ikan, susu dan daging. Vitamin E alami dapat ditemukan pada *wheat germ* (gandum), minyak sayur, sayuran berdaun hijau, kuning telur dan kacang-kacangan. Sedangkan vitamin C alami dapat ditemukan pada buah sitrus, tomat, melon, kubis, jambu biji, strawberry dan sebagainya. Selain itu beta karoten (provitamin A)

yang merupakan antioksidan penting dari karotenoid banyak dijumpai pada buah apricot, wortel, belewah, bit, daun singkong, daun bayam dan ubi merah (Utami, 2007).

Kacang-kacangan merupakan sumber antioksidan karena mengandung komponen fenolik dalam jumlah yang cukup tinggi. White dan Xing (1997) melaporkan bahwa antioksidan utama dalam sereal dan legum terutama adalah phenol, asam phenolat dan turunannya, flavonoid, tokol, fosfolipid, asam amino, peptida, asam fitat, asam askorbat, pigmen dan sterol. Asam phenolat yang banyak terdapat pada kacang-kacangan antara lain *chlorogenic*, *isochlorogenic*, *caffeic*, *ferulic*, *p-coumaric*, *vanilic* dan *p-hidroxybenzoic acid*.



2.2 Kerangka Berpikir



III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Jurusan/Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta dimulai pada bulan Maret - Agustus 2010.

3.2 Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah kacang tunggak yang berasal dari Pasar Legi, Surakarta; kacang gude yang berasal dari Pasar Wonogiri dan kedelai lokal yang berasal dari Pasar Legi, Surakarta. Untuk pembuatan tempe digunakan ragi tempe (bentuk bubuk). Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis antara lain :

- a. Analisis kadar protein : larutan HCl 0,02 N (Merck), H₂SO₄ (Merck), HgO (Merck), larutan NaOH-Na₂S₂O₃ (Merck), K₂SO₄ (Merck), Na₂B₄O₇·10H₂O (Merck), H₃BO₃ (Merck), indikator (campuran 2 bagian metil merah 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian bromo creosol green (bcg) 0,2% dalam alkohol), aquadest.
- b. Analisis kadar lemak : petroleum ether
- c. Analisis penangkapan radikal bebas : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) dan ethanol.
- a. Analisis total fenol : Na₂CO₃ alkali, Folin ciocalteu, fenol murni.

2. Alat

Alat yang digunakan untuk analisis tempe antara lain :

- a. Analisis kadar air : oven listrik, timbangan analitik digital, eksikator cawan aluminium, dan tang penjepit.
- b. Analisis kadar abu : tanur dan cawan porselen.

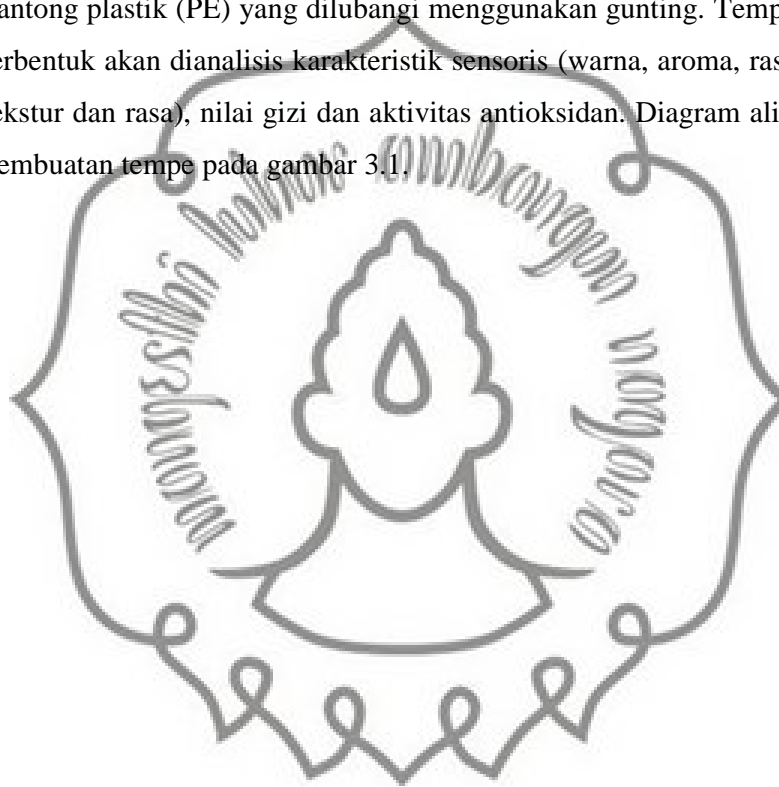
- c. Analisis kadar lemak : perangkat alat ekstraksi Soxhlet, tabung reaksi soxhlet, kondensor, tabung ekstraksi, penangas air, oven dan botol timbang.
- d. Analisis penangkapan radikal bebas : spektrofotometer UV-Vis 1240, sentrifuge kecepatan 5000 rpm, erlenmeyer 25 ml, tabung propilen, vortex mixer, pipet volume 1 ml, propipet dan mikropipet.
- e. Analisis kadar total fenol : vortex mixer, labu takar 100 ml, pipet volume, pengaduk, dan gelas ukur 100 ml.
- f. Uji sensoris : nampan, cawan dan gelas.
- g. Alat pembantu : baskom, panci, tampah besar, ember, kompor dan plastik.

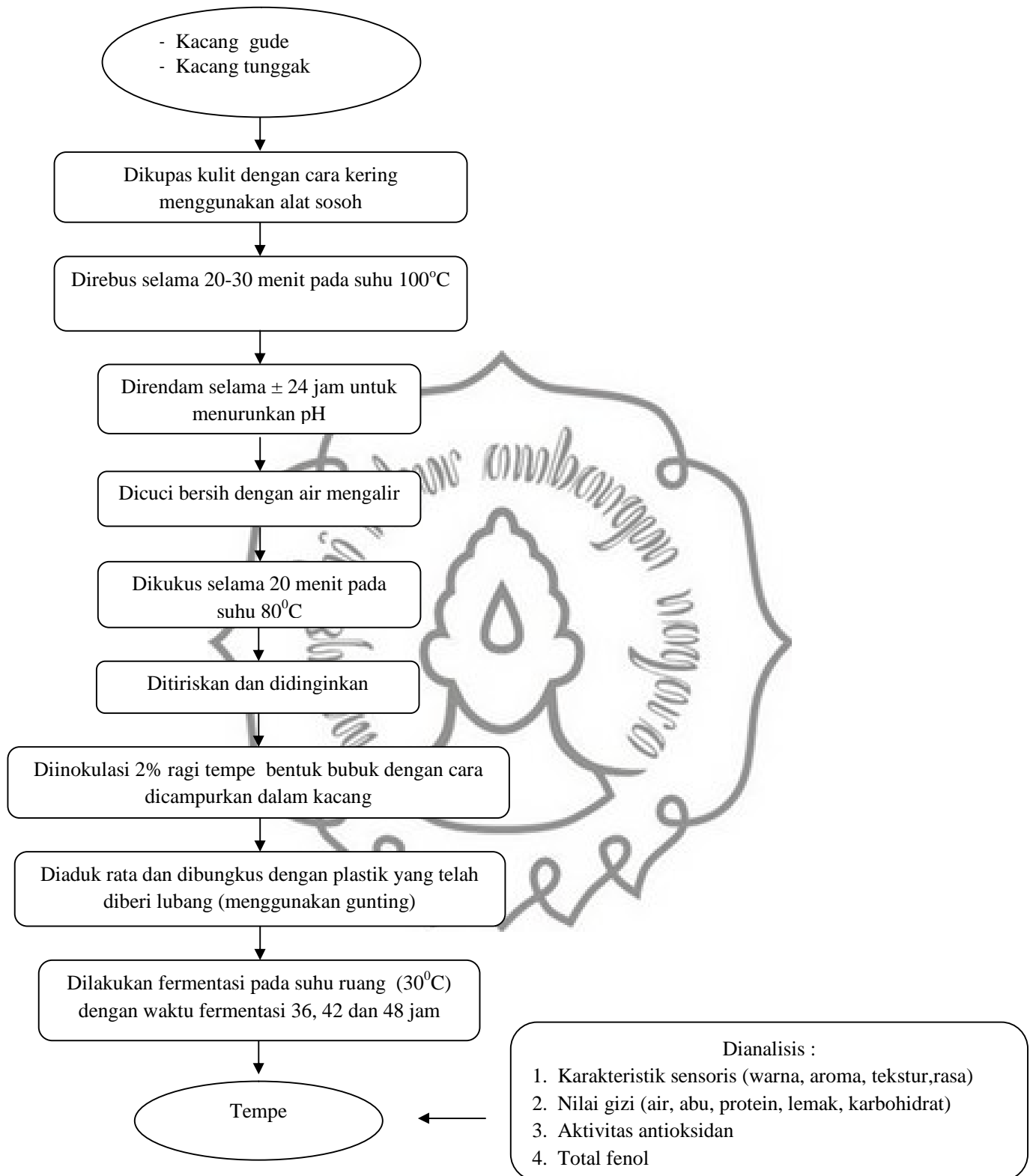
3.3 Tahapan Penelitian

Pembuatan Tempe

Proses pembuatan tempe pada penelitian ini didasarkan pada modifikasi dari Haliza (2008). Kacang tunggak dan kacang gude yang dibuat tempe terlebih dahulu dikupas kulitnya secara kering yaitu dengan menggunakan alat penyosoh, sebelum dilakukan penyosohan biji harus kering sehingga saat penyosohan biji dapat terkupas sempurna. Setelah pengupasan maka kacang akan terpecah menjadi 2 dan terpisah dengan kulitnya. Kacang gude dan kacang tunggak kemudian direbus sampai mendidih supaya kacang menjadi lunak sehingga dapat ditembus oleh miselia kapang yang menyatukan biji dan tempe menjadi kompak. Perebusan akan membuat warna biji kacang gude dan kacang tunggak menjadi berubah, kacang gude akan berubah menjadi menjadi kecoklatan sedangkan pada kacang tunggak menjadi putih. Kacang kemudian direndam semalam untuk menurunkan pH sehingga sesuai untuk pertumbuhan kapang. Perendaman selama 24 jam akan menyebabkan air rendaman menjadi berbusa dan beraroma asam. Selama prose perendaman telah berlangsung proses fermentasi oleh bakteri yang terdapat di air terutama karena bakteri asam laktat, pH akan turun dari 6,5 menjadi 4,5-5,3. Setelah perendaman kacang dicuci bersih dengan air mengalir untuk membuang kulit yang masih tertinggal dan untuk menghilangkan bakteri dan mikroorganisme

lain yang tumbuh selama perendaman serta membuang kelebihan asam dan lendir yang terproduksi. Setelah pencucian, kacang dikukus selama 20 menit yang bertujuan mematikan bakteri-bakteri yang tumbuh selama perendaman. Kacang kemudian didinginkan, ditiriskan yang bertujuan untuk menurunkan suhu dan menghilangkan air pada permukaan kacang. Kemudian dilakukan inokulasi dengan ragi (bubuk) dan diaduk merata. Pada tahap terakhir dilakukan fermentasi selama 30, 36 dan 42 jam pada suhu ruang dalam kantong plastik (PE) yang dilubangi menggunakan gunting. Tempe yang telah terbentuk akan dianalisis karakteristik sensoris (warna, aroma, rasa, aftertaste, tekstur dan rasa), nilai gizi dan aktivitas antioksidan. Diagram alir dari proses pembuatan tempe pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 Pembuatan tempe kacang gude dan tempe kacang tunggak

3.4 Analisis

| No | Metode analisis | Metode |
|----|---------------------------|---|
| 1 | Kadar air | Thermogravimetri (Sudarmadji dkk, 2003) |
| 2 | Kadar abu | Cara kering (Sudarmadji dkk, 2003) |
| 3 | Kadar protein | Kjehldal (Apriyantono dkk, 1989) |
| 4 | Kadar lemak | Ekstraksi Soxhlet (Apriyantono dkk, 1989) |
| 5 | Kadar karbohidrat | <i>By difference</i> (Winarno, 2002) |
| 6 | Penangkapan radikal bebas | DPPH (Subagio dan Morita, 2001) |
| 7 | Total fenol | Folin-Ciocalteau (Senter, <i>et al.</i> , 1989) |
| 8 | Analisis sensoris | Uji Kesukaan (Setyaningsih dkk, 2008) |

3.5 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor atau variabel yaitu variasi waktu fermentasi pembuatan tempe 36, 42 dan 48 jam dan jenis kacang (kedelai, gude dan tunggak). Untuk sampel kontrolnya adalah tempe kedelai, sehingga jumlah sampelnya ada 9 buah. Setiap perlakuan dilakukan ulangan sampel dan ulangan analisis kimia sebanyak 3 kali. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan menggunakan ANOVA melalui program SPSS *for Windows* versi 16.0 untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan perlakuan dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi = 0,05.

Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Penelitian

| | Kacang | Kedelai (K1) | Tunggak (K2) | Gude (K3) |
|-----------------|--------|-----------------|-----------------|--------------|
| Lama fermentasi | | | | |
| 30 jam (F1) | | F1K1 | F1K2 | F1K3 |
| 36 jam (F2) | | F2K1 | F2K2 | F2K3 |
| 42 jam (F3) | | F3K1 | F3K2 | F3K3 |

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu unsur penting dalam bahan makanan. Meskipun bukan merupakan sumber nutrisi, tetapi kadar air sangat esensial dalam kelangsungan proses biokimiawi organisme hidup yaitu berperan sebagai pembawa zat-zat makanan dan sisa metabolisme, sebagai media reaksi yang menstabilkan pembentukan biopolimer dan sebagainya. Dalam bahan pangan, kadar air berfungsi untuk menentukan bentuk, kenampakan, kesegaran, cita rasa, dan daya simpan serta derajat penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan. Hal ini disebabkan 50-90 % bahan pangan hasil pertanian terdiri dari air. Hasil analisis kadar air tempe lama fermentasi (30 jam, 36 jam dan 42 jam) dan jenis kacang (kacang kedelai, kacang gude, dan kacang tunggak) dapat dilihat pada tabel 4.1

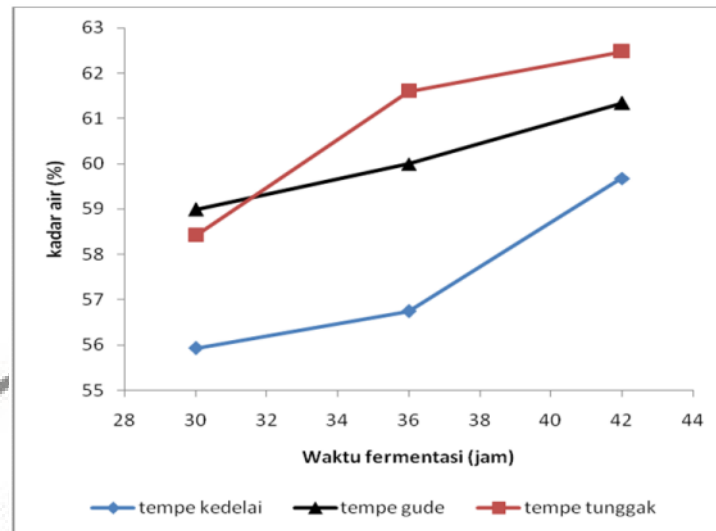
Tabel 4.1 Kadar Air dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

| Lama fermentasi | Jenis Kacang | | |
|-----------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| | Kedelai | Tunggak | Gude |
| 30 jam | 56,503 ^a | 59,287 ^b | 60,893 ^{bc} |
| 36 jam | 56,137 ^a | 61,917 ^{cd} | 61,447 ^{bcd} |
| 42 jam | 60,453 ^{bc} | 63,477 ^{de} | 64,417 ^e |

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Berdasarkan data tabel 4.1, kadar air tempe berkisar antara 56,503% - 64,417%. Semakin lama waktu fermentasi kadar airnya meningkat. Kadar air dengan penggunaan jenis kacang yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata. Kadar air tertinggi terdapat pada tempe kacang gude sebesar 64,417% dan kadar air terendah terdapat pada tempe kacang kedelai sebesar 56,503%. Hal ini karena air bahan awal kacang berbeda. Kacang gude mempunyai kadar air paling tinggi yaitu sebesar 12,2% kemudian kacang tunggak sebesar 11,64% dan kadar air kacang kedelai sebesar 7,55% (Anonim, 1992). Selain kadar air bahan awal, tingginya kadar air pada tempe gude dan tempe tunggak disebabkan pada proses awal setelah pengupasan dengan cara kering biji kacang akan pecah. Pemecahan biji kacang ini mengakibatkan kulit biji lepas sehingga lembaga akan menjadi bagian luar dari biji, saat dilakukan

perebusan maka kacang gude dan kacang tunggak akan mudah menyerap air dibandingkan kacang kedelai yang belum mengalami pengupasan sehingga kadar air pada kacang gude dan kacang tunggak akan lebih tinggi.



Gambar 4.1 Kadar Air Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis kacang

Perlakuan lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap kadar air tempe. Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa semakin lama fermentasi maka semakin meningkat kadar airnya. Setelah fermentasi 30 jam kadar air cenderung mengalami peningkatan. Menurut Steinkrauss (1995), selama fermentasi tempe air dihasilkan sebagai hasil dari pemecahan karbohidrat oleh mikrobia. Menurut Rochmah (2008) air merupakan salah satu produk hasil fermentasi aerob. Selama fermentasi tempe, mikrobia mencerna substrat dan menghasilkan air, karbondioksida dan sejumlah besar energi (ATP). Selama fermentasi, kapang *Rhizopus* akan menghancurkan matriks antara sel bakteri pada hari ketiga untuk kedelai akan menjadi lunak, tapi pada fermentasi selanjutnya antara sel pada kedelai hancur ditambah air hasil pemecahan karbohidrat yang menyebabkan tempe menjadi lembek dan berair (Syarief, 1999).

Menurut pendapat Mulato (2003) dalam Wiryadi (2007), waktu fermentasi merupakan salah satu faktor terpenting penyebab meningkatnya kadar air sehingga dengan meningkatnya waktu fermentasi maka kadar air akan meningkat pula.

Pada fermentasi lanjut atau *overfermented* yaitu pada 50-90 jam fermentasi terjadi kenaikan jumlah bakteri dan jumlah asam lemak bebas, pertumbuhan jamur menurun dan pada kadar air tertentu pertumbuhan jamur terhenti, terjadi perubahan flavor karena degradasi protein lanjut sehingga terbentuk amonia (Hidayat, 2009).

4.2 Kadar Abu

Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan makanan. Kandungan abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuannya. Kadar abu memiliki hubungan dengan mineral suatu bahan. Mineral yang terdapat dalam bahan dapat merupakan dua macam garam yaitu garam organik dan garam anorganik. Sebagian bahan makanan, yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral atau kadar abu (Winarno, 2002 dan Sudarmadji, 2003). Hasil analisis kadar abu dengan lama fermentasi (30 jam, 36 jam dan 42 jam) dan jenis kacang (kacang kedelai, kacang gude, dan kacang tunggak) dapat dilihat pada tabel 4.2.

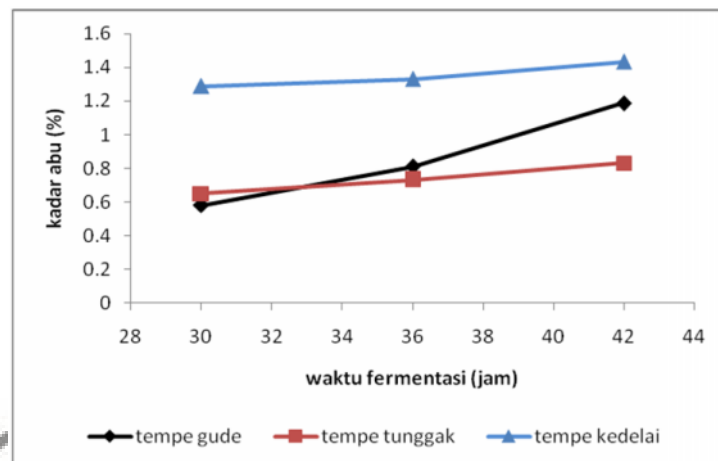
Tabel 4.2 Kadar Abu dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

| Lama fermentasi | Jenis Kacang | | |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Kedelai | Tunggak | Gude |
| 30 jam | 1,287 ^e | 0,650 ^a | 0,580 ^a |
| 36 jam | 1,330 ^e | 0,733 ^b | 0,810 ^c |
| 42 jam | 1,433 ^f | 0,833 ^c | 1,187 ^d |

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Variasi perlakuan lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap kadar abu tempe. Semakin lama waktu fermentasi kadar abu tempe semakin meningkat. Kadar abu tertinggi pada tempe kedelai fermentasi 42 jam yaitu sebesar 1,433% sedangkan kadar abu terendah terdapat pada tempe gude fermentasi 30 jam sebesar 0,580%. Tingginya kadar abu pada tempe kedelai

disebabkan komposisi mineral total dalam kedelai yaitu kalsium, fosfor, dan besi lebih tinggi jika dibandingkan pada kacang gude dan kacang tunggak.



Gambar 4.2 Kadar Abu Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

Peningkatan kadar abu berasal dari vitamin yang terbentuk oleh bakteri yang tumbuh selama fermentasi tempe khususnya vitamin B₁₂ (Ferlina, 2009). Astuti, dkk (2000), menyebutkan bahwa selama fermentasi tempe jumlah vitamin B kompleks meningkat kecuali tiamin. Vitamin B₁₂ diproduksi oleh bakteri *Klebsiella pneumoniae* yang merupakan mikroorganisme yang diinginkan dan mungkin diperlukan dalam proses fermentasi tempe secara alami (Steinkraus, 1983). Adanya bakteri ini dalam tempe disebabkan kandungan karbohidrat yang merupakan substrat bagi *Klebsiella pneumoniae* yang mensintesis sukrosa dalam karbohidrat sebagai sumber makanan.

Vitamin B₁₂ adalah suatu vitamin yang sangat kompleks molekulnya, yang mengandung sebuah atom cobalt (Co) yang terikat mirip dengan besi terikat dalam hemoglobin atau magnesium dalam klorofil (Winarno, 2002). Vitamin B₁₂ merupakan anggota kelompok kobalamin. Selama fermentasi tempe mengalami pembentukan vitamin B₁₂, sehingga kenaikan jumlah abu berasal dari cobalt (Co pada vitamin B₁₂) yang terkandung dalam vitamin B kompleks tersebut.

4.3 Kadar Protein

Protein dapat mengalami degradasi molekul kompleks menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana yaitu asam amino oleh pengaruh asam, basa dan enzim. Menurut Pangastuti dan Triwibowo (1996), hal ini penting dalam fermentasi tempe dan merupakan salah satu faktor utama penentu kualitas tempe, yaitu sebagai sumber protein nabati yang memiliki nilai cerna tinggi. Hasil degradasi protein dapat berupa bentuk protease, pepton, polipeptida asam amino, NH_3 dan unsur N (Deliani, 2008).

Banyak sekali jamur yang aktif selama fermentasi tempe, namun menurut Pudjiraharti, dkk (2004) kapang *Rhizopus* sp., merupakan kapang yang memegang peranan utama pada proses fermentasi kedelai menjadi tempe. Jenis-jenis kapang yang ditemukan yaitu *R. oryzae* yang mempunyai sifat amilolitik kuat dan proteolitik kurang, *R. oligosporus* bersifat proteolitik kuat amilolitik kurang kuat dan *R. stolonifer* bagus dalam produksi asam laktat dan kurang kuat dalam aktivitas amilolitik dan proteolitik.

Kadar protein total tempe dengan berbagai variasi lama fermentasi dan jenis kacang dapat dilihat pada tabel 4.3.

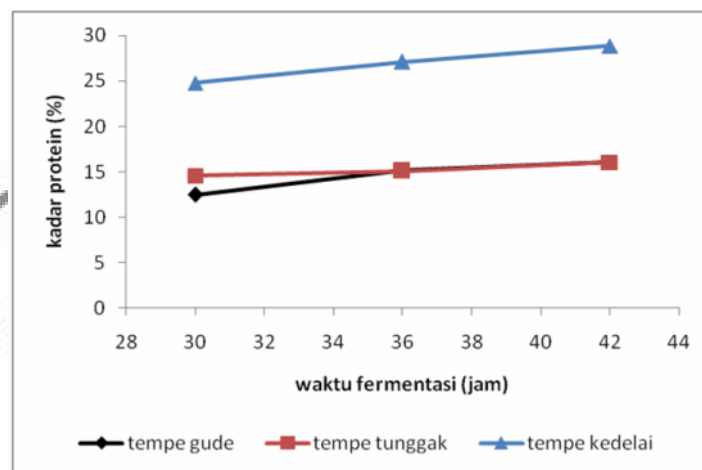
Tabel 4.3 Kadar Protein dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

| Lama fermentasi | Jenis Kacang | | |
|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | Kedelai | Tunggak | Gude |
| 30 jam | 24,792 ^d | 14,583 ^b | 12,500 ^a |
| 36 jam | 27,125 ^e | 15,083 ^{bc} | 15,167 ^{bc} |
| 42 jam | 28,875 ^f | 16,042 ^c | 16,042 ^c |

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa variasi waktu fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap kandungan protein tempe. Dari hasil analisis diketahui bahwa kandungan protein berkisar antara 12,500%-28,875%. Perlakuan variasi lama fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap kadar protein tempe. Kadar protein tempe cenderung mengalami kenaikan dengan meningkatnya waktu fermentasi (gambar 4.4). hal ini selain dari pelepasan gugus-gugus amino juga disebabkan karena unsur N yang terdapat pada vitamin B₁₂. Selama waktu fermentasi, protein

akan mengalami proses katabolisme yaitu pelepasan gugus-gugus amino menjadi asam-asam amino yang mengandung unsur N sehingga kadar proteinnya semakin meningkat. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Astuti dkk, (2000), protein terlarut akan meningkat secara signifikan akibat produksi enzim protease selama proses fermentasi. Pada tempe kandungan nitrogen terlarutnya 8,7 mg/g sedangkan pada kedelai nitrogen terlarutnya 3,5 mg/g.



Gambar 4.3 Kadar Protein Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

Selama proses fermentasi, protein kasar hanya sedikit yang berubah tetapi kelarutannya meningkat menjadi 50% (Jones 1975 dalam Deliani 2008). Selanjutnya kualitas protein dalam tempe lebih tinggi dibandingkan kedelai. Hal ini dikarenakan perubahan protein menjadi asam amino akan lebih mudah dicerna.

Tingginya kadar protein tempe kacang kedelai dibandingkan dengan tempe kacang tunggak dan tempe kacang gude dikarenakan kandungan protein biji kedelai mentah lebih tinggi dibandingkan kacang tunggak maupun kacang gude yaitu sebesar 34,9% sedangkan kandungan protein kacang tunggak dan kacang gude sebesar 25,53% dan 20,7% (Anonim, 1992 dan Danuwarsa 2006).

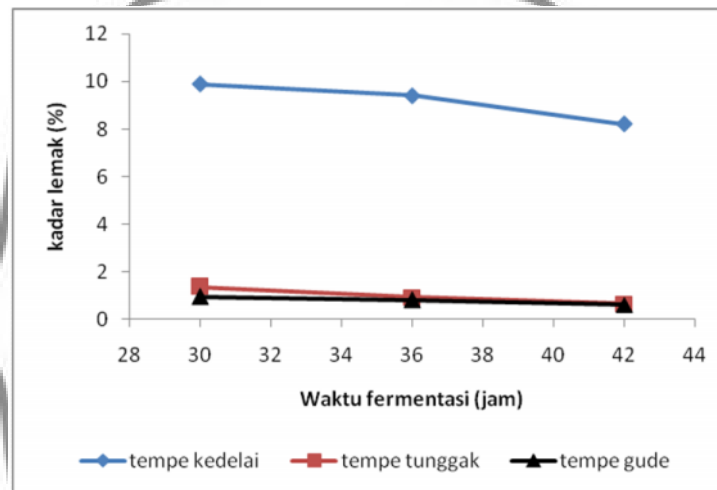
4.4 Kadar Lemak

Kadar lemak tempe dengan berbagai variasi lama fermentasi dan jenis kacang dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kadar Lemak dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

| Lama fermentasi | Jenis Kacang | | |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Kedelai | Tunggak | Gude |
| 30 jam | 9,877 ^c | 1,367 ^a | 0,963 ^a |
| 36 jam | 9,403 ^c | 0,950 ^a | 0,833 ^a |
| 42 jam | 8,200 ^b | 0,670 ^a | 0,620 ^a |

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)



Gambar 4.4 Kadar Lemak Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa waktu fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap tempe. Kadar lemak tempe dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang berkisar antara 0,620%-9,877%. Kadar lemak tempe dengan perlakuan lama fermentasi dan jenis kacang dapat diketahui bahwa semakin lama waktu fermentasi, kadar lemak tempe semakin menurun dan selisih kadar lemak antara tempe kedelai dengan tempe tunggak dan tempe gude yang cukup tinggi.

Kasmidjo (1990), menyebutkan bahwa kadar lemak kedelai akan mengalami penurunan akibat fermentasi menjadi tempe. Lebih dari 1/3 lemak netral (monogliserida, digliserida, trigliserida) dari kedelai terhidrolisis oleh

enzim lipase selama 3 hari fermentasi oleh *R.oligosporus* yang bersifat lipolitik pada T 37°C. Setelah 48 jam fermentasi, lemak akan terhidrolisis (Smith dan Alford, 1986). Jamur menggunakan lemak dari substrat sebagai sumber energinya (Iljas, 1973).

Kadar lemak berkurang selama fermentasi juga karena akibat aktivitas enzim lipase yang bergantung pada lamanya waktu fermentasi. Lemak dapat diuraikan oleh enzim lipase melalui katabolisme lemak menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol, kemudian gliserol akan diubah menjadi gliserol dehid fosfat dan mengikuti jalur glikolisis sehingga terbentuk piruvat sedangkan asam lemak akan diuraikan menjadi molekul-molekul dengan 2 atom C dan diubah menjadi asetil koenzim A. (Muchtadi, 1989).

Dari tabel dapat dilihat bahwa tempe tunggal dan tempe gude tidak berbeda nyata selama waktu fermentasi, hal ini menunjukkan bahwa keduanya memiliki kadar lemak yang hampir sama.

Kadar lemak tertinggi terdapat pada tempe kacang kedelai sebesar 9,877% sedangkan kadar lemak terendah terdapat tempe kacang gude sebesar 0,620%. Berdasarkan tabel di atas maka kadar lemak tempe kacang kedelai memiliki selisih yang besar dengan kadar lemak tempe kacang tunggal dan kacang gude. Hal ini dikarenakan kadar lemak kacang kedelai memang sangat tinggi dibandingkan kadar lemak kacang-kacangan yang lain yaitu sebesar 18,1% sedangkan kadar lemak kacang tunggal dan kacang gude hanya sebesar 1,67% dan 1,4% (Danuwarsa, 2003 dan Anonim, 1992).

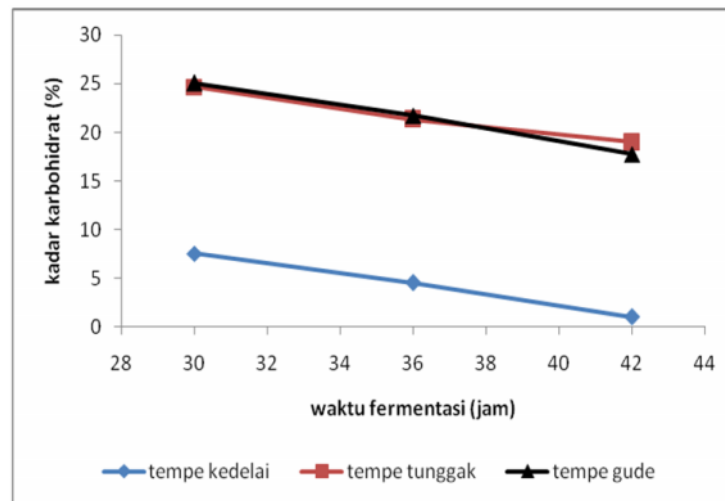
4.5 Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Kadar Karbohidrat dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

| Lama fermentasi | Jenis Kacang | | |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | Kedelai | Tunggal | Gude |
| 30 jam | 7,542 ^b | 24,113 ^e | 25,063 ^e |
| 36 jam | 6,005 ^b | 21,317 ^d | 21,743 ^d |
| 42 jam | 1,038 ^a | 18,978 ^c | 17,735 ^c |

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)



Gambar 4.5 Kadar Karbohidrat Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi

Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap tempe. Kadar karbohidrat tempe dengan variasi waktu fermentasi berkisar antara 1,038%-25,063. Dari gambar 4.5 dapat diketahui semakin lama waktu fermentasi maka kadar karbohidratnya semakin menurun. Pada tempe kedelai fermentasi 30 dan 36 jam tidak berbeda nyata hal ini menunjukkan perbedaan waktu fermentasi pada tempe kedelai tidak memberikan pengaruh terhadap kadar karbohidrat selama waktu fermentasi 30 dan 36 jam. Kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada tempe gude fermentasi 30 jam sebesar 25,063% sedangkan kadar karbohidrat terendah terdapat pada tempe kedelai fermentasi 42 jam sebesar 1,038%. Penurunan kadar karbohidrat karena karbohidrat telah banyak dimanfaatkan oleh mikroba sebagai nutrisi selama proses fermentasi berlangsung.

Menurut Kasmidjo (1990), selama proses perendaman terjadi peningkatan monosakarida, tetapi perendaman selama 24 jam pada suhu 25 °C dengan perbandingan biji:air adalah 1:3 dan 1:10 tidak mengakibatkan penurunan oligosakarida. Menurut Mulyowidarso (1988), sukrosa turun sebesar 84 %, sedangkan stakhiosa, rafinosa dan melibiosa secara bersama-sama turun sebesar 64 %, dari kadar dalam biji selama perendaman. Menurunnya kadar stakhiosa, rafinosa dan melibiosa ini sangat penting dari

sudut gizi, karena ketiga senyawa gula tersebut adalah termasuk dalam keluarga rafinosa yang dapat menyebabkan gejala flatulensi jika dikonsumsi secara berlebihan (Ekasari, 2009).

Pengurangan senyawa stakhiosa, rafinosa, melibiosa dan meningkatnya monosakarida, selain memiliki keuntungan dari sudut nutrisi, juga memberikan keuntungan mikrobiologis dalam pembuatan tempe. *Rhizopus oligosporus* tidak memiliki kemampuan untuk memetabolisasikan senyawa-senyawa tersebut, sebaliknya dapat memanfaatkan monosakarida dengan baik. Di samping itu glukosa juga merupakan senyawa gula yang mendorong terjadinya perkecambahan spora *Rhizopus oligosporus*. Peningkatan kadar monosakarida oleh jamur tempe juga akan mendorong tumbuhnya bakteri dalam fermentasi tempe hal ini dikarenakan monosakarida akan digunakan oleh bakteri sebagai sumber makanan.

Kadar karbohidrat paling tinggi terdapat pada tempe kacang gude fermentasi 30 jam sebesar 25,063% dan kadar karbohidrat terendah pada tempe kacang kedelai fermentasi 42 jam sebesar 1,038%. Hal ini dikarenakan kandungan karbohidrat kacang gude dan kacang tunggak lebih tinggi yaitu sebesar 62% dan 61,6% dibandingkan kandungan karbohidrat kedelai yaitu sebesar 30,1% (Anonim, 1992 dan Danuwarsa, 2003) hal ini sesuai dengan hasil analisis kadar karbohidrat tempe kacang kedelai yang memiliki kadar karbohidrat terendah dibandingkan yang lain.

4.6 ANTIOKSIDAN

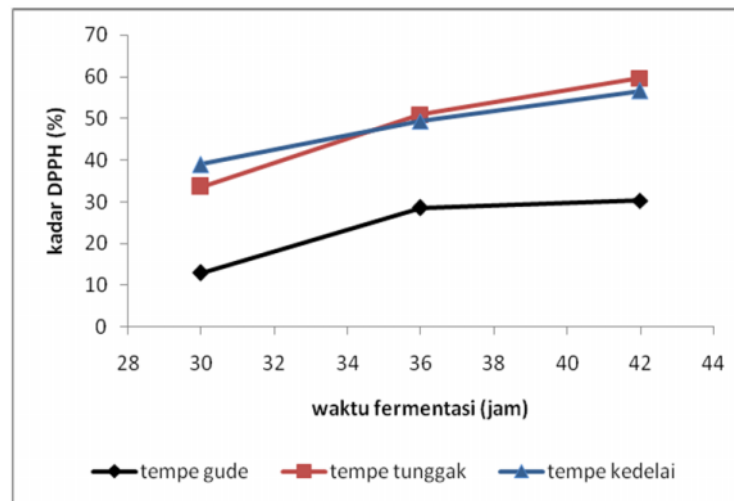
4.6.1 Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Aktivitas Antioksidan dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

| Lama fermentasi | Jenis Kacang | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Kedelai | Tunggak | Gude |
| 30 jam | 39,000 ^d | 33,667 ^c | 13,000 ^a |
| 36 jam | 49,333 ^e | 51,000 ^e | 28,667 ^b |
| 42 jam | 56,667 ^f | 59,667 ^f | 30,333 ^b |

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)



Gambar 4.6 Aktivitas Antioksidan Tempe dengan Varisi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

Dari Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa variasi waktu fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap aktivitas antioksidan tempe. Dari tabel di atas dapat diketahui kapasitas antioksidan berkisar antara 13,000%-59,667%. Semakin lama waktu fermentasi maka aktivitas antioksidan juga semakin meningkat. Aktivitas antioksidan paling tinggi terdapat pada tempe tunggak fermentasi 42 jam sebesar 59,667% sedangkan aktivitas antioksidan terendah terdapat pada tempe gude fermentasi 30 jam sebesar 13,000%. Pada uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan tempe mentah, hal ini dikarenakan jika dilakukan untuk tempe matang melalui proses penggorengan maka aktivitas antioksidannya akan berkurang akibat adanya pemanasan.

Berdasarkan penelitian Ningsih (2007), peningkatan aktivitas antioksidan tempe tunggak disebabkan selama proses fermentasi terjadi peningkatan aktivitas antioksidan oleh aktivitas mikroorganisme sebesar 39,69%, sedangkan pada bahan awal kacang tunggak aktivitas antioksidan sebesar 29,9%. Peningkatan ini disebabkan selama fermentasi tempe tunggak menghasilkan senyawa antioksidan asam ferulat dan p-kumarat yang memiliki aktivitas

antioksidan cukup tinggi. Asam ferulat dan p-kumarat merupakan senyawa antioksidan yang berasal dari biosintesa fenilpropanoida.

Dari gambar 4.6 dapat dilihat aktivitas antioksidan tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude mengalami peningkatan yang signifikan dari waktu fermentasi 30 jam ke fermentasi 36 jam. Hal ini dapat dilihat pada tabel bahwa kenaikan waktu fermentasi 30 jam ke fermentasi 36 jam menunjukkan adanya beda nyata. Pada fermentasi 36 jam ke fermentasi 42 jam peningkatan aktivitas antioksidan juga berbeda nyata kecuali pada tempe gude yang tidak berbeda nyata hal ini menunjukkan peningkatan kapasitas tempe gude fermentasi 36 jam stabil.

Peningkatan aktivitas antioksidan selama fermentasi dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme dalam tempe. Dalam penelitian yang dilakukan Astuti, dkk (1995) menunjukkan bahwa dalam tempe terdapat aktivitas enzim superoksida dismutase yang merupakan enzim antioksidan sedangkan dalam kedelai tidak ditemukan. Sedangkan menurut Wang dan Murphy (1996) dalam Villares *et al.* (2009) setelah 22 jam fermentasi, isoflavon aglikon yang terkandung dalam tempe meningkat 6,5 kali dan glukosidanya turun 57% dari kedelai rebus. Pembentukan aglikon selama fermentasi tempe disebabkan oleh aktivitas hidrolitik enzim -glukosidase yang diproduksi oleh *Rhizopus* sp. Hal ini menunjukkan bahwa selama proses fermentasi aktivitas antioksidan yang dibebaskan akan semakin meningkat akibat aktivitas mikroba.

4.6.2 Total Fenol

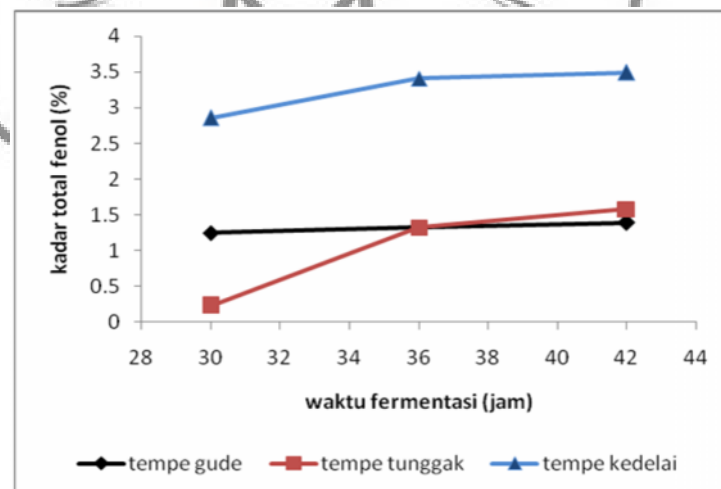
Total fenol tempe dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Total Fenol dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

| Lama fermentasi | Jenis Kacang | | |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | Kedelai | Tunggak | Gude |
| 30 jam | 2,857 ^e | 0,233 ^a | 1,253 ^b |
| 36 jam | 3,410 ^f | 1,327 ^{bc} | 1,327 ^{bc} |
| 42 jam | 3,490 ^f | 1,580 ^d | 1,393 ^c |

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Dari Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa variasi waktu fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap total fenol tempe. Dari tabel di atas dapat diketahui total fenol berkisar antara 0,233%-3,490%. Semakin lama waktu fermentasinya maka total fenolnya juga semakin meningkat. Total fenol paling tinggi terdapat pada tempe kedelai fermentasi 42 jam sebesar 3,490% sedangkan total fenol terendah terdapat pada tempe tunggak fermentasi 30 jam sebesar 0,233%.



Gambar 4.7 Kadar Fenol Tempe dengan Variasi Waktu Fermentasi dan Jenis Kacang

Tingginya total fenol tempe kedelai dibandingkan tempe tunggal dan tempe gude dikarenakan total fenol kacang kedelai juga lebih tinggi yaitu sebesar 54,03 mg/100g dibandingkan dengan total fenol kacang tunggal dan kacang gude yaitu sebesar 38,22 mg/100g dan 28,64 mg/100g (Marsono *et al*, 2004).

Total fenol merupakan senyawa antioksidan yang umumnya terdapat dalam kacang-kacangan. Selama fermentasi total fenol tempe mengalami peningkatan, hal ini akibat adanya bakteri yang mensintesis senyawa antioksidan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ningsih (2007), pada tempe tunggal selama fermentasi menghasilkan senyawa antioksidan berupa asam p-kumarat dan asam ferulat. Jika dibandingkan dengan aktivitas antioksidan, total fenol dari tempe tunggal lebih rendah dibandingkan dengan total fenol pada tempe kedelai hal ini dikarenakan antioksidan pada tempe tunggal telah disintesa menjadi senyawa turunan sehingga total fenolnya akan menjadi lebih rendah.

Handajani (2002) mengatakan bahwa fermentasi tempe telah mengubah bentuk isoflavon glukosida menjadi isoflavon aglikon yaitu daidzein, genistein, glisitein, dan faktor II (6,7,4 tri-hidroksiisoflavon). Senyawa-senyawa turunan tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan isoflavon glukosida. Pawiroharsono (1995) menjelaskan bahwa proses pembentukan Faktor II terjadi melalui dua reaksi yaitu (1) melalui reaksi dimetilasi glisitein oleh bakteri *Brevibacterium epidermis* dan *Micrococcus luteus*, dan (2) melalui reaksi hidroksilasi daidzein oleh bakteri *Micrococcus arborescens*. Faktor II berperan sebagai antioksidan, antihemolisis, antikolesterol dan antikanker. Faktor II sangat menarik perhatian karena aktivitas antioksidannya 10 kali lebih besar daripada vitamin A dan 3 kali lebih besar dari aglikon lain (Jha, 1985 dalam Handajani, 2001). Pernyataan tersebut mengindikasikan bahwa semakin lama

fermentasi semakin tinggi aktivitas antioksidan tempe terutama ditinjau dari komponen isoflavonnya.

4.7 KARAKTERISTIK SENSORIS

Uji sensoris pada suatu produk memiliki arti penting, berkaitan dengan penerimaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan. Uji sensoris dalam penelitian ini dilakukan pengujian kesukaan panelis dengan metode skoring oleh 24 orang panelis tidak terlatih. Uji sensoris dilakukan 2 kali yaitu uji sensoris tempe mentah dan uji sensoris tempe matang. Parameter yang digunakan untuk uji sensoris tempe mentah meliputi warna, aroma, tekstur dan overall sedangkan parameter yang digunakan untuk uji sensoris tempe matang meliputi warna, aroma, rasa, aftertase, tekstur dan overall.

Hasil analisis sensoris tempe dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4.8 Hasil Uji Sensoris Tempe Mentah

| Pengujian | Lama fermentasi (jam) | Jenis kacang | | |
|----------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | kedelai | tunggak | gude |
| Sifat sensoris | | | | |
| Warna | 30 | 6,250 ^d | 4,125 ^c | 2,583 ^a |
| | 36 | 6,042 ^d | 3,917 ^c | 3,583 ^{bc} |
| | 42 | 6,208 ^d | 3,667 ^{bc} | 2,917 ^{ab} |
| Aroma | 30 | 5,083 ^a | 4,458 ^a | 4,417 ^a |
| | 36 | 5,042 ^a | 4,333 ^a | 4,250 ^a |
| | 42 | 5,167 ^a | 4,333 ^a | 4,417 ^a |
| Tekstur | 30 | 5,083 ^{cde} | 4,542 ^{abc} | 3,667 ^a |
| | 36 | 5,583 ^{de} | 4,250 ^{abc} | 4,500 ^{abc} |
| | 42 | 5,792 ^e | 4,833 ^{bcd} | 3,958 ^{ab} |
| Overall | 30 | 5,583 ^b | 4,333 ^a | 3,583 ^a |
| | 36 | 5,583 ^b | 4,167 ^a | 4,000 ^a |
| | 42 | 5,875 ^b | 4,083 ^a | 3,750 ^a |

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Skala nilai : 1) sangat tidak suka 2) tidak suka 3) agak tidak suka 4) netral 5) agak suka 6) suka 7) sangat suka

Tabel 4.9 Hasil Uji Sensoris Tempe matang

| Pengujian | Lama Fermentasi (jam) | Jenis Kacang | | |
|----------------|--------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | | Kedelai | Tunggak | Gude |
| Sifat sensoris | | | | |
| Warna | 30 | 6,500 ^d | 3,792 ^c | 2,250 ^a |
| | 36 | 6,125 ^d | 3,167 ^{bc} | 2,167 ^a |
| | 42 | 6,208 ^d | 3,792 ^c | 2,542 ^{ab} |
| Aroma | 30 | 5,750 ^b | 4,333 ^a | 4,583 ^a |
| | 36 | 6,042 ^b | 4,542 ^a | 4,333 ^a |
| | 42 | 5,625 ^b | 4,667 ^a | 4,375 ^a |
| Rasa | 30 | 5,583 ^{cd} | 4,042 ^{ab} | 4,625 ^{ab} |
| | 36 | 6,083 ^d | 4,750 ^b | 4,042 ^{ab} |
| | 42 | 4,833 ^{bc} | 4,125 ^{ab} | 3,792 ^a |
| Aftertaste | 30 | 5,000 ^d | 3,625 ^{ab} | 4,375 ^{bc} |
| | 36 | 5,667 ^d | 4,500 ^c | 4,250 ^{abc} |
| | 42 | 4,453 ^{bc} | 4,250 ^{abc} | 3,500 ^a |
| Tekstur | 30 | 4,792 ^{bc} | 4,042 ^{ab} | 4,292 ^{ab} |
| | 36 | 5,458 ^c | 4,208 ^{ab} | 4,083 ^{ab} |
| | 42 | 4,917 ^{bc} | 4,667 ^{bc} | 3,667 ^a |
| Overall | 30 | 5,458 ^c | 3,875 ^a | 4,333 ^{ab} |
| | 36 | 5,875 ^c | 4,292 ^{ab} | 3,833 ^a |
| | 42 | 4,750 ^b | 4,042 ^{ab} | 3,625 ^a |

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

1. Warna

Umumnya tempe kedelai memiliki ciri-ciri kenampakan berwarna putih. Warna putih disebabkan adanya miselia jamur yang tumbuh pada permukaan biji kedelai (Kasmidjo, 1990). Uji organoleptik sampel tempe diujikan secara mentah dan matang dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan warna antara keduanya serta penerimaan panelis terhadap sampel tempe. Skor kesukaan terhadap warna tempe dapat dilihat pada tabel 4.8 dan 4.9.

Dari tabel 4.8 dapat dilihat waktu fermentasi untuk masing-masing kacang tidak menunjukkan beda nyata terhadap warna tempe mentah. Namun untuk masing-masing jenis kacang menunjukkan adanya beda nyata antara tempe kacang tunggak, tempe kacang gude dengan tempe kacang kedelai. Hal ini dikarenakan tempe kacang tunggak, tempe kacang gude dan tempe kacang kedelai yang masih mentah menunjukkan

perbedaan warna yang cukup jelas. Warna tempe kacang kedelai cenderung berwarna kuning, sedangkan warna tempe kacang tunggak berwarna putih dan untuk warna tempe kacang gude berwarna agak kehitaman. Pada tempe kacang kedelai fermentasi 30 jam memiliki nilai terbesar yaitu 6,250 pada skala nilai suka sedangkan tempe kacang gude fermentasi 30 jam memiliki nilai terendah yaitu 2,583 pada skala nilai tidak suka sehingga dapat diketahui untuk warna tempe mentah tempe kacang kedelai paling disukai konsumen.

Dari tabel 4.9 untuk tempe matang hampir sama dengan tempe mentah yaitu untuk waktu fermentasi masing-masing kacang tidak menunjukkan beda nyata namun untuk masing-masing kacang menunjukkan adanya beda nyata. Pada tempe matang yang telah digoreng warna tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude menunjukkan warna yang berbeda sehingga panelis dapat secara langsung membedakannya. Pada tempe matang nilai tertinggi yaitu pada tempe kedelai sebesar 6,500 pada skala nilai suka sedangkan nilai terendah pada tempe gude sebesar 2,167 pada skala nilai tidak suka. Dari kedua tabel di atas 4.8 dan 4.9 untuk parameter warna ternyata panelis lebih menyukai warna tempe matang atau yang telah digoreng hal ini diketahui melalui nilai paling tinggi terdapat pada tempe kedelai matang sebesar 6,500.

2. Aroma

Tempe mempunyai aroma yang spesifik, yang disebabkan oleh terjadinya degradasi komponen-komponen dalam kedelai selama fermentasi. Menurut Hesseltine *et al.*, (1976), proses pembuatan tempe menjadikan kedelai lebih enak dimakan dan meningkatkan nilai gizinya. Skor kesukaan terhadap aroma tempe dapat dilihat pada tabel 4.8 dan 4.9.

Dari tabel 4.8 dapat dilihat bahwa semua data menunjukkan tidak ada beda nyata terhadap aroma tempe untuk semua perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa panelis secara umum menyukai aroma tempe dengan semua perlakuan. Tempe kacang kedelai 42 jam memiliki nilai tertinggi

sebesar 5,167 pada skala nilai agak suka sedangkan tempe kacang gude 36 jam memiliki nilai terendah sebesar 4,250 pada skala nilai netral.

Dari tabel 4.9 dapat dilihat adanya beda nyata yaitu antara tempe kacang kedelai dengan tempe kacang tunggak dan tempe kacang gude. Sedangkan tempe kacang tunggak dan tempe kacang gude menunjukkan tidak ada beda nyata. Tempe kacang kedelai fermentasi 36 jam memiliki nilai tertinggi 6,042 pada skala nilai suka sedangkan tempe kacang tunggak fermentasi 36 jam dan tempe kacang gude fermentasi 30 jam memiliki nilai terendah 4,333 pada skala nilai netral. Dari kedua tabel 4.7 dan 4.8 untuk parameter aroma panelis lebih menyukai tempe matang dibandingkan dengan tempe mentah. Hal ini dapat dilihat dari nilai tertinggi pada sampel tempe kedelai matang 36 jam yaitu 6,042.

Tempe kacang tunggak dan tempe kacang gude memiliki aroma yang berbeda dengan tempe kacang kedelai, pada tempe tunggak dan tempe gude aromanya menyengat. Aroma pada tempe disebabkan adanya senyawa-senyawa volatil dan non-volatil. Senyawa-senyawa volatil tersebut antara lain methana, ethana, n-heksana, 2-propanon, 2-pentanon, 2-heptanol dan 2,4 dekadiena sedangkan senyawa non-volatil terdiri dari ester karbonil dan asam karbonilat (Ilyas dkk, 1977). Perbedaan aroma antara tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude disebabkan pengaruh aktivitas mikroorganisme, ini sesuai dengan pendapat Supriyanto dalam Pawiroharsono (1993) bahwa jenis aroma yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh jenis mikroorganisme yang digunakan untuk inokulasi.

3. Rasa

Rasa tempe pada umumnya gurih hal ini karena adanya kandungan protein dan lemak yang cukup tinggi pada kedelai yang kemudian dihidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Parameter rasa diujikan hanya untuk sampel tempe matang hal ini dikarenakan untuk tempe mentah rata-rata panelis tidak mau mencobanya. Skor kesukaan terhadap aroma tempe dapat dilihat pada tabel 4.9.

Dari tabel 4.9 dengan parameter rasa cenderung menunjukkan adanya beda nyata. Rasa tempe kedelai berbeda nyata dengan tempe tunggak dan tempe gude. Sedangkan tempe tunggak dan tempe gude keduanya tidak berbeda nyata.

Nilai untuk parameter rasa berkisar antara 3,792 – 6,083 yang berarti pada skala nilai agak tidak suka sampai skala nilai suka. Nilai tertinggi yaitu pada tempe kedelai 36 jam sebesar 6,083 dan terendah pada tempe gude 42 jam sebesar 3,792. Hal ini menunjukkan rasa tempe kedelai tetap yang paling disukai diantara ketiga tempe sedangkan tempe gude merupakan tempe yang paling tidak disukai dari segi rasanya hal ini dikarenakan pada rasa tempe gude agak sedikit pahit jika dibandingkan dengan tempe kedelai.

4. Aftertaste

Aftertaste diujikan sama seperti pada parameter rasa yaitu hanya untuk sampel tempe matang. Skor kesukaan terhadap aftertaste tempe dapat dilihat pada tabel 4.9.

Dari tabel 4.9 dengan parameter aftertaste cenderung menunjukkan adanya beda nyata. Aftertaste tempe kedelai fermentasi 30 jam dan 36 jam menunjukkan tidak berbeda nyata namun berbeda nyata dengan fermentasi 42 jam. Aftertaste tempe tunggak fermentasi 30 jam berbeda nyata dengan fermentasi 36 jam namun tidak berbeda nyata dengan tempe tunggak fermentasi 42 jam, tempe gude fermentasi 30 jam, tempe gude fermentasi 36 jam dan tempe gude fermentasi 42 jam.

Nilai untuk parameter aftertaste berkisar antara 3,500 – 5,667 yang berarti pada skala nilai agak tidak suka sampai agak suka. Nilai tertinggi yaitu pada tempe kedelai 36 jam sebesar 5,667 dan terendah pada tempe gude 42 jam sebesar 3,500. Hal ini menunjukkan aftertase tempe kedelai tetap yang paling disukai diantara ketiga tempe sedangkan tempe gude merupakan tempe yang paling tidak disukai.

5. Tekstur

Tekstur yang kompak pada tempe disebabkan oleh miselia-miselial yang menghubungkan antara biji-biji kacang. Skor kesukaan terhadap tekstur tempe dapat dilihat pada tabel 4.8 dan 4.9.

Dari tabel 4.8 dapat dilihat tekstur yang paling tinggi nilainya yaitu tekstur tempe kedelai 42 jam sebesar 5,792 pada skala nilai agak suka sedangkan yang paling rendah nilainya yaitu tekstur tempe gude 30 jam sebesar 3,667 pada skala agak tidak suka. Dilihat dari skala nilai maka penerimaan panelis berkisar antara agak tidak suka sampai suka dengan tempe kedelai memiliki nilai paling tinggi.

Dari tabel 4.9 dapat dilihat tekstur yang paling tinggi nilainya yaitu tekstur tempe kedelai 36 jam sebesar 5,458 pada skala nilai agak suka sedangkan yang paling rendah nilainya yaitu tekstur tempe gude 42 jam sebesar 3,667 pada skala agak tidak suka. Dilihat dari skala nilai maka penerimaan panelis berkisar antara agak tidak suka sampai suka dengan tempe kedelai memiliki nilai paling tinggi. Sedangkan dari kedua tabel 4.8 dan 4.9 tekstur tempe kedelai mentah memiliki nilai paling tinggi. Hal ini karena pada tempe kedelai teksturnya lebih empuk dibandingkan tempe tunggak dan tempe gude. Pada tempe tunggak dan tempe gude teksturnya masih agak keras sehingga panelis kurang menyukainya.

Menurut Winarno (1989) dalam Mahardhany (2010), kelunakan biji dipengaruhi oleh senyawa penyusun dinding sel maupun isi sel. Penyusun dinding sel terdiri dari polisakarida yang terdiri dari hemiselulosa, pektin, lignin dan selulosa. Pelunakan biji selama proses pembuatan tempe terjadi saat perendaman dan pengukusan. Selama fermentasi dan fermentasi lanjut tempe biji kedelai semakin lunak disebabkan oleh degradasi komponen penyusun sel dan rusaknya jaringan akibat mikroba (Patriatami, 1996).

6. Overall

Overall merupakan gabungan dari parameter-parameter sebelumnya yaitu warna, aroma, rasa, aftertaste dan tekstur. Skor kesukaan terhadap overall tempe dapat dilihat pada tabel 4.8 dan 4.9.

Dari tabel 4.8 dapat dilihat bahwa tempe kedelai selama fermentasi menunjukkan beda nyata dengan tempe tunggak dan tempe gude selama fermentasi. Sedangkan tempe tunggak dan tempe gude keduanya tidak berbeda nyata. Tempe kedelai 42 jam memiliki nilai tertinggi sebesar 5,875 pada skala nilai agak suka sedangkan tempe gude 30 jam memiliki nilai terendah sebesar 3,583 pada skala nilai agak tidak suka. Dilihat dari skala nilai maka penerimaan panelis berkisar antara agak tidak suka sampai suka dengan tempe kedelai memiliki nilai paling tinggi.

Dari tabel 4.9 dapat dilihat yang paling tinggi nilainya yaitu tekstur tempe kedelai 36 jam sebesar 5,875 pada skala nilai agak suka sedangkan yang paling rendah nilainya yaitu tempe gude 42 jam sebesar 3,625 pada skala agak tidak suka. Dilihat dari skala nilai maka penerimaan panelis berkisar antara agak tidak suka sampai suka dengan tempe kedelai memiliki nilai paling tinggi. Sedangkan dari kedua tabel 4.7 dan 4.8 secara overall tempe kedelai mentah maupun tempe kedelai matang memiliki nilai paling tinggi atau yang paling disukai karena keduanya sama-sama memiliki nilai paling tinggi sebesar 5,875.

Berdasarkan penilaian secara keseluruhan terhadap sampel tempe mentah dan tempe matang maka dapat dilihat bahwa tempe kedelai merupakan tempe yang paling disukai oleh panelis dengan rata-rata nilainya 5 (agak suka) sedangkan tempe tunggak maupun tempe gude memiliki nilai yang hampir sama berkisar antara 3 (agak tidak suka) dan 4 (netral). Penyebab tempe tunggak dan tempe gude kurang disukai antara lain karena warnanya yang kurang menarik pada tempe gude warnanya agak kehitaman sedangkan pada tempe tunggak warnanya putih kecoklatan. Tekstur tempe tunggak dan tempe gude yang lebih keras dibandingkan tempe kedelai serta aromanya yang menyengat.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui :

1. Variasi perlakuan jenis kacang dan waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap nilai gizi tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude. Semakin lama waktu fermentasinya kadar air, kadar abu dan kadar protein tempe juga mengalami peningkatan. Sedangkan kadar lemak dan kadar karbohidratnya mengalami penurunan. Jika dibandingkan dengan SNI 01-3144-1992 maka kadar air tempe tunggak dan tempe gude lebih tinggi dibandingkan tempe kedelai sedangkan kadar protein dan kadar abu tempe tunggak dan tempe gude lebih rendah dibandingkan tempe kedelai.
2. Variasi perlakuan jenis kacang dan waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap aktivitas antioksidan dan kadar total fenol tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude. Semakin lama waktu fermentasinya maka kapasitas antioksidan dan kadar total fenolnya juga semakin meningkat.
3. Variasi perlakuan jenis kacang dan waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap sifat sensoris tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude. Tempe kedelai memiliki tingkat kesukaan lebih tinggi dibandingkan tempe tunggak dan tempe gude. Secara keseluruhan penerimaan panelis terhadap tempe tunggak dan tempe gude yaitu netral atau masih dapat diterima.

5.2 Saran

1. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan serat pangan karena dalam tempe terdapat serat pangan yang baik bagi kesehatan khususnya terhadap sistem pencernaan dan zat antigizi yang umumnya terdapat dalam kacang-kacangan dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang
2. Penerimaan tempe tunggak dan tempe gude yang masih kurang jika dibandingkan tempe kedelai dilihat dari uji sensoris maka dapat dilakukan penelitian lanjutan tentang penambahan kacang tunggak dan kacang gude pada tempe kedelai yang bersifat substitusi sehingga penggunaan kedelai dapat dikurangi atau dapat diolah menjadi tempe generasi kedua dan tempe generasi ketiga.
3. Kacang tunggak memiliki kapasitas antioksidan yang cukup tinggi dibandingkan kacang kedelai dan kacang gude maka perlu dilakukan penelitian mengenai diversifikasi olahan kacang tunggak sehingga antioksidannya dapat dimanfaatkan secara optimal. Selain itu dapat dilakukan penelitian mengenai pengolahan kacang tunggak tanpa melalui proses pemanasan sehingga aktivitas antioksidannya tidak berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam. 2009. *Tempe dan Proses Pembuatannya*. <http://www.ad4msan.com//>. Diakses pada tanggal 24 November 2009.
- Anonim. 1992. *Komposisi Gizi Kacang-kacangan*. Direktorat Gizi. Jakarta.
- Anonim^a. 2008. *Kedelai Transgenik yang Unik*. <http://adlink.indosiar.com/>. Diakses pada tanggal 14 Januari 2010.
- Anonim^b. 2008. *Antioksidan : Mengapa Kita Memerlukannya?*. <http://www.sendokgarpu.com/>. Diakses pada tanggal 12 November 2009.
- Anonim^c. 2008. *Kacang yang Potensial Pendukung Ketahanan Pangan*. <http://www.sinartani.com/pangan/kacang-potensial-pendukung-ketahanan-pangan-1232336966.htm>. Diakses pada tanggal 30 November 2009.
- Anggraini, N. 2007. *Solusi Alternatif Pengganti Tempe Kedelai*. <http://angjun82@yahoo.co.id/>. Diakses pada tanggal 3 Februari 2010.
- ARC of Centre of Excellence for Integrative Legume Research. 2005. *Cowpea*. The Unersity of Queensland. Australia.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz., N. L. Puspitasari., Sedarnawati dan S. Budiyanto. 1989. *Analisis Pangan*. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor. Hal 74-82
- Ardiansyah. 2007. *Antioksidan dan Peranannya Bagi Kesehatan*. <http://ardiansyah.multiply.com/journal>. Diakses pada tanggal 2 Juni 2009.
- Arthur, S. 2009. *Fermentasi Tempe*. <http://sutikno.staff.uns.ac.id/2009/04/28/fermentasi-tempe/>. Diakses pada tanggal 24 November 2009.
- Astuti, M. 1995. *Tempe dan Antioksidan:Prospek Pencegahan Penyakit Degeneratif*. Bunga Rampai Tempe Indonesia. Yayasan Tempe Indonesia. Jakarta. Hal 144.
- Astuti, M., Meliala, A., Fabien, D., Wahlq, M. 2000. *Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia*. Asia Pasific J Clin Nutr (2000) 9 (4): 322 – 325. <http://iqbalali.com/2008/05/07/buat-tempe-yuuuuk/>. Diakses pada tanggal 20 September 2010.

- Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2006. *Potensi Kacang Tunggak Sebagai Bahan Baku Tempe dan Nugget Cukup Menjanjikan*. <http://www.litbang.deptan.go.id/berita/kategori/4/>. Diakses pada tanggal 24 November 2009.
- Barus, P. 2009. *Pemanfaatan Bahan Pengawet dan Antioksidan Alami pada Industri Bahan Makanan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan. Hal 6-7.
- Belinda. 2009. *Pigeon Pea*. <http://belindamoore.blogspot.com.2009/01/pigeon-pea.html>. Diakses pada tanggal 14 April 2009.
- Bernhardt, C. F. 1976 dalam Suarni. 2008. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Inovasi Pertanian Lahan Marginal. *Teknologi Pemanfaatan Tepung Kacang Tunggak sebagai Bahan Substitutor Protein pada Tepung Komposit*. Hal 182.
- Danuwarsa. 2006. *Analisis Proksimat dan Asam Lemak pada Beberapa Komoditas Kacang-kacangan*. Buletin Teknik Pertanian Vol 11 No. 1.
- Deliani. 2008. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak dan Asam Fitat pada Pembuatan Tempe*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Ekasari, Y. 2009. *Pengaruh Lama Fermentasi Rhizopus oligosporus Terhadap Kadar Oligosakarida dan Sifat Sensorik Tepung Tempe Kedelai (Glycine max)*. Skripsi. Program Studi Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Ferlina, S. 2009. *Tempe*. <http://www.adln.lib.unair.ac.id/go.php>. Diakses pada tanggal 20 September 2010.
- Georg, L. K. 1955. *Mature sporangium of a Mucor sp. fungus*. Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library. http://en.wikipedia.org/wiki/Center_for_Disease_Control_and_Prevention. Diakses pada tanggal 14 April 2010.
- Gsianturi. 2002. *Pangan Transgenik*. <http://www.gizi.net/>. Diakses pada tanggal 14 Januari 2010.
- Gsianturi. 2006. *Antioksidan Memerangi Radikal Bebas*. <http://www.gizi.net/>. Diakses pada tanggal 17 Maret 2009.
- Haliza, W. 2008. *Tanpa Kedelai Masih Bisa Makan Tempe*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian. Bogor. Hal 10-12
- Handajani. 2002. *Potensi Koro Sebagai Sumber Gizi dan Makanan Fungsional*. UNS Press. Surakarta.

- Hermana dan M. Karmini. 1996. *Pengembangan Teknologi Pembuatan Tempe. Bunga Rampai Tempe Indonesia*. Yayasan Tempe Indonesia. Jakarta. Hal 154.
- Hesseltine, C. W. 1976. *Research at Northern Regional Research Laboratory on Fermented Foods*. Proc. Conf. Soybean Product for Protein in Human Foods. USDA .
- Hidayat, N. 2009. *Tahapan Proses Pembuatan Tempe*. <http://lecture.brawijaya.ac.id/nurhidayat/>. Diakses pada tanggal 14 Januari 2010.
- Houby, V. 2010. *Filamentous Fungi*. <http://www.vsht.cz/keh/galerie/obrazky/houby/rmik/gif>. Diakses pada tanggal 20 April 2010.
- Iljas, N. 1973. *Preservation and Shelf-Life Studies of Tempe*. Unplished M. S. Thesis. The Ohio State University.
- Iljas, N., C. D Peng., and W. A. Gould. 1977. *Tempeh-An Indonesian Fermented Soybean Food*. Part of Review from PhD. Disertation. Ohio State University.
- Jones. 1975 dalam Tesis Deliani. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan. 2008. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak dan Asam Fitat pada Pembuatan Tempe*.
- Karsono, S dan Sumarno. 1989. *Kacang Gude*. Balittan Pangan Malang. Hal 39-42.
- Kasmidjo. 1990. *Tempe Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan Serta Pemanfaatannya*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Kazuma. 2009. *Tanaman Obat*. <http://forum.al-ulama.net/viewtopic.php?>. Diakses pada tanggal 8 September 2009.
- Kunia, K. 2008. *Potensi Kacang Hiris untuk Obat dan Pangan*. <http://kabelan-kunia.blogspot.com/2008/11/potensi-kacang-hiris-untuk-obat-dan.html/>. Diakses pada tanggal 9 Februari 2010.
- Luthana, Y. K. 2008. *Antioksidan Antikempal Pengawet Pewarna Makanan dan Pemanis Buatan*. <http://yongkikastanyaluthana.wordpress.com/2008/12/8/antioksidan-antikempal-pengawet-pewarna-makanan-dan-pemanis-buatan/>. Diakses pada tanggal 12 November 2009.

- Liogier, 1988 dalam John K. 2002. *Cajanus cajan (L.) Millsp. (Pigeon Pea)*. www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Cajanus%20cajan.pdf. Diakses pada Senin, 14 September 2009.
- Long and Lakela, 1976 dalam John K. 2002. *Cajanus cajan (L.) Millsp. (Pigeon Pea)*. www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Cajanus%20cajan.pdf. Diakses pada Senin, 14 September 2009.
- Marsono, Y., Ratu-Safitri dan Z. Nur. 2005. Antioksidan dalam Kacang-kacangan : Aktivitas dan Potensi serta Kemampuannya Menginduksi Pertahanan Antioksidan pada Model Hewan Percobaan. *Laporan Hasil Penelitian Hitbah Bersaing XII/2*. Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Messakh, O. S. 2004. *Kacang-kacangan : Sumber Protein dan Pupuk Nitrogen*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Hal 32.
- Metafro. 2010. *Prelude Medicinal Plants Database*. <http://www.metafro.be/>. Diakses pada tanggal 14 April 2010.
- MGMP Kimia Sumbar. 2009. *Reaksi Analisa Protein*. <http://www.mgmpkimiasumbar.wordpress.com/>. Diakses pada tanggal 29 Maret 2010.
- Muchtadi. 1989 dalam Tesis Deliani. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan. 2008. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak dan Asam Fitat pada Pembuatan Tempe*.
- Mulato. 2003 dalam Wiryadi, R. 2007. *Pengaruh Waktu Fermentasi dan Lama Pengeringan terhadap Mutu Tepung Cokelat (Theobroma cocoa L.) Skripsi*. Universitas Syah Kuala. Aceh.
- Mulyowidarso. 1988 dalam Skripsi Pratiwi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. 2010. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Tempe dari Berbagai Varietas Kedelai (Glycine max)*.
- Ningsih, W. 2007. *Evaluasi Senyawa Fenolik (Asam ferulat dan Asam p-kumarat) pada Biji, Kecambah dan Tempe Kacang Tunggak (Vigna Unguiculata)*. Departemen Teknologi Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Osmania. 2010. *Pigeon Pea*. <http://www.osmania.ac.in/CPMB/images/pigeon%20pea.jpg>. Diakses pada tanggal 16 April 2010.
- Pangastuti, H. P dan S. Triwibowo. 1996. *Proses Pembuatan Tempe Kedelai III : Analisis Mikrobiologi*. Cermin Dunia Kedokteran No 109.

- Patriatami, S. U. 1996. *Perubahan Sensoris dan Mikrobiologis selama Terjadinya Tempe Busuk*. Skripsi. Jurusan THP FTP UGM. Yogyakarta.
- Pawiroharsono, S. 1995. *Metabolisme Isoflavon dan Faktor II (6,7,4' Trihidroksi Isoflavon) pada Proses Pembuatan Tempe*. Simposium Nasional Pengembangan Tempe dalam Industri Pangan Modern. Hal 165-174
- Pawiroharsono, S. 1996. *Aspek Mikrobiologi Tempe*. Bunga Rampai Tempe Indonesia. Yayasan Tempe Indonesia. Jakarta. Hal 169-172.
- Pudjiraharti, S., T. A Budiwati dan Y. M Iskandar. 2004. *Studi Aplikasi Ampas Tahu untuk Inokulum Strain Rhizopus Protease Tinggi*. Prosiding Seminar Tantangan Penelitian Kimia. Pusat Penelitian Kimia LIPI. Bandung.
- Putra, S. E. 2008. *Antioksidan Alami di Sekitar Kita*. <http://www.chem-is-try.org/>. Diakses pada tanggal 12 November 2009.
- Rahardjo, M dan Hernani. 2006. *Tanaman Berkhasiat Antioksidan Berbagai Jenis Tanaman Penangkal Racun*. Swadaya. Jakarta. Hal 16
- Reynertson. 2007 dalam Skripsi Dita Restya. Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2009. *Uji Aktivitas Penangkap Radikal Isolat C dan D Fraksi IV Ekstrak Etanol Daun Dewandaru (Eugenia uniflora. L) dengan Metode DPPH*.
- Rokhmah, L. N. 2008. *Kajian Kadar Asam Fitat dan Kadar Protein Selama Pembuatan Tempe Kara Benguk (Mucuna Pruriens) dengan Variasi Pengecilan Ukuran dan Lama Fermentasi*. Skripsi. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Rukmini, H. S., Sumirat dan G. Wijarnako. 1995. *Tempe Gude dan Tempe Gembus Gude : Pengaruh Fermentasi*. Prosiding Simposium Nasional Pengembangan Tempe dalam Industri Pangan Modern. UGM. Yogyakarta. Hal 176-179.
- Senter *et.al.*, 1989 dimodifikasi dengan metode Plumer, 1971 dalam Skripsi Dwi Rahmad Raharjo. Jur. TPHP FTP UGM 1998. *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Belimbing Kesemek*.
- Setyaningsih., D., A. Apriyantono dan M. P. Sari. 2008. *Analisis Sensoris untuk Agroindustri*. Bogor. Hal 50.
- Sinar Tani. 2006. *Beragam Pangan dari Tempe Kacang Tunggak*. Sinar Tani Edisi 12 – 16 Desember 2006. Diakses pada tanggal 24 November 2009.

- Singh, F and B. Diwakar. 1993. *Nutritive Value and Uses of Pigeonpea and Groundnut. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*. India. <http://www.icrisat.org/Training/sds.14.pdf>. Diakses 4 Oktober 2009.
- Smith dan Alford. 1986 dalam Tesis Deliani. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan. 2008. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak dan Asam Fitat pada Pembuatan Tempe*.
- Sofia, D. 2005. *Antioksidan dan Radikal Bebas*. <http://www.chem-is-try.org/>. Diakses pada tanggal 14 Maret 2009.
- Steinkraus, K. H. 1983. *Handbook of Indegenous Fermented Foods*. Marcel Dekker, Inc. New York. 131-146.
- _____, K.H., 1995. *Handbook of Indigenous Fermentef food, Second Edition Revised and Expanded*, Marcel dekker dalam Asep Nurhikmat. 2008. *Pengaruh Suhu dan Kecepatan Udara terhadap nilai Konstanta pengeringan tempe kedelai*. Thesis. UGM. Yogyakarta.
- Subagio, A. and N. Morita 2001. *No Effect of Esterification with Fatty Acid on Antioxidant Activity of Lutein*. Food Res. Int. 34 : 315-320.
- Sucipto, A. 2008. *Kedelai dan Kesehatan*. <http://naksara.net/About-Life/Health/kedelai-dan-kesehatan.html>. Diakses pada tanggal 28 Mei 2009.
- Supriyanto, 1993 dalam S. Prawiroharsono. 1996. *Aspek Mikrobiologi Tempe*. Bunga Rampai Tempe Indonesia. Yayasan Tempe Indonesia. Jakarta. Hal 195.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 2003. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta. Hal 64-79.
- Syarief, R. 1999. *Wacana Tempe Indonesia*. Universitas Katolik Widya Mandala Press. Surabaya.
- Taylor, L. 2005. *Tropical Plant Database: GUANDU (Cajanus cajan)*. www.rain-tree.com/guandu.htm. Diakses pada Senin, 14 September 2009.
- Tejasari. 2005. *Nilai Gizi*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hal 24.
- Torres, A., J. Frias., M. Granito and C. Vidal-Valverde. 2006. *Fermented Pigeon Pea (Cajanus cajan) Ingredients in Pasta Products*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol/No: 54/18. Pg: 6685–6691. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0606095>. Diakses pada Senin, 14 September 2009.

- Tranggono., Sutardi., dan B. Kuswijayanto. 1992. *Aktivitas Tripsin Inhibitor Selama Proses Pembuatan Tempe Koro Benguk (Mucuna pruriens), Kacang Tolo (Vigna unguiculata) dan Gude (Cajanus cajan)*. Agritech Vol 12. No.4 : 2-11.
- Utami, D. 2007. *Antioksidan*. <http://destiutami.wordpress.com/>. Diakses pada tanggal 14 Maret 2009.
- Wang and Murphy. 1996 dalam Villares *et al*. Food Bioprocess Technol 10 : 1-12. *Content and Profile of Isoflavones in Soy-Based Foods as a Function of the Production Process*. 2009.
- White dan Xing. 1997 dalam Tesis Friska Citra A. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 2009. *Potensi Antioksidatif Formula Bubuk Kedelai Hitam (Glycine max (L.) Merr.) sebagai Minuman Kesehatan pada Penyandang Diabetes Mellitus Tipe 2*.
- Winarno. F. G. 1989. dalam Skripsi Pravita Mahardhany. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. 2010. *Kajian Sifat Kimia dan Sifat Sensoris pada Tempe Koro Babi (Vicia faba) dengan Variasi Pengecilan Ukuran dan Lama Fermentasi*
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramendia Pustaka Utama. Jakarta. Hal 107.